

[my account](#) [learning center](#) [patent cart](#) [document ca](#)[home](#) [searching](#) [patents](#) [documents](#) [toc journal watch](#)

Format Examples

US Patent

US6024053 or 6024053

US Design Patent

D0318249

US Patent Applications

20020012233

World Patents

WO04001234 or WO2004012345

European

EP1067252

Great Britain

GB2018332

German

DE29980239

Nerac Document Number (NDN)

certain NDN numbers can be used
for patents[view examples](#)

5.0 recommended

Patent Ordering



Enter Patent Type and Number: optional reference note

☐ Add patent to cart automatically. If you
uncheck this box then you must *click on*
Publication number and view abstract to Add to
Cart.

0 Patent(s) in Cart

Patent Abstract

**GER 1991-07-18 3440504 KUEHLSYSTEM ZUR
REFRIGERATION OF A BRENNKRAFTMASCHINE****INVENTOR(S)-** KOBAYASHI, HIDEO JP
INVENTOR(S)- KASHIWAGI, TAKAO JP
INVENTOR(S)- YOSHIMURA, KUNIMASA JP
INVENTOR(S)- MAE, HISAO, TOYOTA, AICHI, JP JP**APPLICANT(S)-** TOYOTA JIDOSHA K.K., TOYOTA, AICHI,
JP JP**PATENT NUMBER-** 03440504/DE-C2**PATENT APPLICATION NUMBER-** 03440504**DATE FILED-** 1984-11-06**DOCUMENT TYPE-** C2, PATENT SPECIFICATION (SECOND
PUBL.)**PUBLICATION DATE-** 1991-07-18**INTERNATIONAL PATENT CLASS-** F01P00716;
F01P00502; F01P00708; F01P00716D; G05D02324G4C2**PATENT APPLICATION PRIORITY-** 22152183, A**PRIORITY COUNTRY CODE-** JP, Japan**PRIORITY DATE-** 1983-11-25**FILING LANGUAGE-** German**LANGUAGE-** German NDN- 203-2141-9917-6**EXEMPLARY CLAIMS-** 1. Cooling system for a liquid-cooled
internal-combustion engine with a cylinder head cooling
jacket, a cylinder block cooling jacket, a radiator with cooling
blower and a cooling agent circle, the pumps and flow
control valves covers the one first temperature sensor (49b
alternatively around the cooling agent by the cylinder head
cooling jacket to let the cylinder block cooling jacket and the

radiator flow and a control device (48, 125, 120a, 125b, 126, 132, 133),; 130.) exhibits, which coolant temperature to discharge opening cylinder block cooling jacket seizes and which on basis of first temperature sensor delivered signal flow control valves in such a manner switches that first mode of operation cooling agent circulation, with which cooling agents successively by cylinder head cooling jacket and Zylinderblock cooling jacket circulates, if first temperature sensor temperature determines, which is appropriate a first over pre-determined, a warmed up condition of the internal-combustion engine indicating temperature level a second mode of operation of the cooling agent circulation, with which the cooling agent determines a temperature independently on the one hand successively by the cylinder head cooling jacket and the radiator and on the other hand by the radiator block cooling jacket circulated if the first temperature sensor, those over the first pre-determined temperature level, but not over higher second and is adjusted a third preserves pre-determined, a condition a heated up of the internal-combustion engine indicating temperature level mode of operation of the cooling agent circulation, with which the cooling agent determines a temperature, which lies over the second pre-determined temperature level independently on the one hand successively by the cylinder head cooling jacket and the radiator and on the other hand successively by the cylinder block cooling jacket and the radiator circulated if the first temperature sensor,

NO-DESCRIPTORS

Nerac, Inc. One Technology Drive . Tolland, CT
Phone (860) 872-7000 Fax (860) 875-1749

©1995-2003 All Rights Reserved . [Privacy Statement](#) . [Report a Problem](#)



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 3440504 A1

51 Int. Cl. 3-
F01P 7/16
F01P 5/02

21 Aktenzeichen: P 34 40 504.6
22 Anmeldetag: 6. 11. 84
43 Offenlegungstag: 5. 6. 85

DE 3440504 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
25.11.83 JP P 58-221521

71 Anmelder:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

74 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:
Kobayashi, Hideo; Kashiwagi, Takao; Yoshimura,
Kunimasa; Mae, Hisao, Toyota, Aichi, JP

54 KÜHLSYSTEM UND VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Eine Brennkraftmaschine hat einen Zylinderkopf- sowie Zylinderblock-Kühlmantel. Ein Regelungssystem steuert eine Ventilanordnung zur Umwälzung eines Fluids durch ein Leitungsnetz, die Kühlmäntel und einen Kühler in verschiedenen Strömungsschemata. Wenn die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels niedriger ist als eine Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen vereinigten Leitungskreis, der den Kopf- sowie Block-Kühlmantel, nicht aber den Kühler umfaßt und stellt das Kühlgebläse für den Kühler auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur und niedriger als eine über dieser liegende Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem zwei im wesentlichen getrennte Leitungskreise, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler, der andere nur den Block-Kühlmantel umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen Leitungskreis, der sowohl den Kopf- als auch den Block-Kühlmantel und den Kühler umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels höher als eine Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann stellt das Regelungssystem, wenn die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels niedriger ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, das Kühlgebläse auf...

DE 3440504 A1



3440504

Bavariaring 4, Postfach 202,
8000 München 2
Tel.: 089-539653
Telex: 5-24845 tipat
Telecopier: 089-537377
cable: Germaniapatent Mün:
6. November 1984

DE 4350 /
case AT-F-576

Patentansprüche

- ①. Kühleystem für eine von einem Kühlmittelstrom gekühlte Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf sowie einen Zylinderblock hat, gekennzeichnet
- a) durch einen Zylinderkopf-Kühlmantel (4), durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - b) durch einen Zylinderblock-Kühlmantel (5), durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - c) durch einen Kühler (15),
 - d) durch eine Luft auf den Kühler (15) blasende Kühlgebläseanordnung (120, 120a, 120b),
 - e) durch ein Regelungssystem (125, 126, 132, 133), das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst,

- f) durch ein Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel (4), durch den Block-Kühlmantel (5) sowie durch den Kühler (15) in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata,
- g) durch ein Steuerventilsystem (13, 19, 22, 25, 28, 50), das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert, und
- h) durch ein Steuersystem (48) für die folgende Steuerung:
 - h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und die Kühlgebläseanordnung wird durch das Kühlgebläse-Regelsystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
 - h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
 - h21) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler im wesentlichen Maß einzuschließen, umfaßt, während,



- h22) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann das Steuerventilsystem so eingestellt wird, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und im wesentlichen Maß den Kühler umfaßt;
- h3) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
- h31) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, während,
- h32) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.
2. Kühlsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist.

X

3. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur im wesentlichen gleich der vorbestimmten Motorwarm-lauf-Abschlußtemperatur ist.
4. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Kühlgebläseanordnung diese Anordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit einer relativ niedrigen Strömungsmenge, mit einer ersten, relativ hohen Strömungsmenge oder mit einer zweiten, relativ hohen Strömungsmenge, die größer ist als die erste relativ hohe Strömungsmenge, bläst, und daß durch das Steuersystem, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die folgende Steuerung abläuft:
 - wenn die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel geringer ist als die Kopfkühlmantel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
 - wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten ersten, relativ hohen Strömungsmenge bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die Motorüberhitzungstemperatur, und daß sie Luft mit der erwähnten zweiten, relativ hohen Strömungsmenge auf den Kühler bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur.

X

5. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (49a, 132a), der die Temperatur des im Kopf-Kühlmantel (4) umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler (49b, 133a), der die Temperatur des im Block-Kühlmantel (5) umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, umfaßt.
6. Kühlsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem das Kühlgebläse-Regelungssystem sowie das Steuerventilsystem auf der Grundlage der vom Kopf- sowie Blockkühlmitteltemperaturfühler (49a, 132a, 49b, 133a) abgegebenen Signale steuert.
7. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlgebläseanordnung ein einziges Gebläse (120) umfaßt und kein weiteres Gebläse Luft auf den Kühler (15) bläst.
8. Kühlsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlgebläse (120) von einem Elektromotor (121) getrieben ist.
9. Kühlsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlgebläse (120) über die Kurbelwelle (30) der Brennkraftmaschine (1) in Umdrehung versetzt wird.
10. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erwähnte relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist und daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine AN/AUS-Schaltvorrichtung (125, 130, 131), die die Energiezufuhr zum Antrieb des Gebläses (120) steuert, umfaßt.

X

11. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erwähnte relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist und daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine veränderbare Vorrichtung (126), die die Energiezufuhr zum Antrieb des Gebläses (120) steuert, umfaßt.
12. Kühlsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine Kupplungsvorrichtung (128) umfaßt, die die Zufuhr von Antriebskraft von der Kurbelwelle (30) für das Gebläse (120) steuert.
13. Kühlsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläseanordnung mehrere Gebläse (120a, 120b) umfaßt.
14. Kühlsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläse (120a, 120b) von Elektromotoren (121a, 121b) angetrieben sind.
15. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventilsystem eine Steuerventilgruppe (50) umfaßt, die ein Gehäuse mit fünf darin ausgebildeten Ventilkammern (54a, 54b, 55, 56, 57), von denen die erste mit der zweiten über eine erste Ventilöffnung (84), die zweite mit der fünften über eine zweite Ventilöffnung (62), die erste mit der dritten über eine dritte Ventilöffnung (74), die dritte mit der vierten über eine vierte Ventilöffnung (70) und die vierte mit der fünften über eine fünfte Ventilöffnung (67) verbunden sind, und erste bis fünfte Ventilteller (85, 82, 75, 71, 68), die die an den Ventilöffnungen jeweils herstellbare Verbindung regeln, aufweist, daß das Kühlmittel-Leitungssystem eine erste, die erste Ventilkammer (54a) mit dem Eintrittsverteiler

X

(15a) des Kühlers (15) verbindende Leitung (90), eine zweite, die zweite Ventilkammer (57) mit einem Auslaß (9) des Block-Kühlmantels (5) verbindende Leitung (93), eine dritte, die dritte Ventilkammer (55) mit einem Auslaß (7) des Kopf-Kühlmantels (4) verbindende Leitung (91), eine vierte, die vierte Ventilkammer (56) mit einem Einlaß (8) des Block-Kühlmantels (5) verbindende Leitung (92), eine fünfte, die fünfte Ventilkammer (54b) mit dem Austrittssammler (15b) des Kühlers verbindende Leitung (94, 96) sowie eine sechste, die fünfte Ventilkammer (54b) mit einem Einlaß (6) des Kopf-Kühlmantels (4) verbindende Leitung (94, 95) umfaßt und daß das Steuersystem umfaßt:

- ein erstes wärmeempfindliches Stellglied (79), das auf die Temperatur in der zweiten Ventilkammer (57) anspricht und, wenn diese Temperatur in der zweiten Ventilkammer niedriger ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, den ersten Ventilteller (85) zum Schließen der ersten Ventilöffnung (84) sowie den zweiten Ventilteller (82) zum Öffnen der zweiten Ventilöffnung (62) bewegt, während es, wenn diese Temperatur in der zweiten Ventilkammer höher als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur ist, den ersten Ventilteller zum Öffnen der ersten Ventilöffnung sowie den zweiten Ventilteller zum Schließen der zweiten Ventilöffnung bewegt;
- ein zweites wärmeempfindliches Stellglied (65), das auf die Temperatur in der vierten Ventilkammer (56) anspricht und, wenn diese Temperatur in der vierten Ventilkammer niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, den dritten Ventilteller (75) zum Schließen der dritten Ventilöffnung (74), den vierten Ventilteller (71) zum Öffnen der vierten Ventilöffnung (70) sowie den fünften Ventilteller (68) zum Schließen der fünften Ventilöffnung (67) bewegt, während es, wenn diese Temperatur in der vierten Ventilkammer (56) höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtempera-

X

- tur, den dritten Ventilteller zum Öffnen der dritten Ventilöffnung, den vierten Ventilteller zum Schließen der vierten Ventilöffnung sowie den fünften Ventilteller zum Öffnen der fünften Ventilöffnung bewegt;
- einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (132a), der die Temperatur des durch den Kopf-Kühlmantel (4) fließenden Kühlmittels erfaßt sowie ein dafür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler (133a), der die Temperatur des durch den Block-Kühlmantel (5) fließenden Kühlmittels erfaßt sowie ein dafür kennzeichnendes Signal abgibt, und
 - eine Steuereinrichtung (132, 133), die die Kühlgebläseanordnung (120) betätigt, wenn das Ausgangssignal vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (132a) eine Kopf-Kühlmitteltemperatur angibt, die höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und auch das Ausgangssignal vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler (133a) eine Block-Kühlmitteltemperatur angibt, die höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und die andernfalls die Kühlgebläseanordnung stillsetzt.
16. Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf sowie einem Zylinderblock, mit
- a) einem Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - b) einem Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - c) einem Kühler,
 - d) einer Luft auf den Kühler blasenden Kühlgebläseanordnung,
 - e) einem Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst,

X

- f) einem Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata und
- g) einem Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert,
- gekennzeichnet durch die folgenden, gleichzeitig durchgeführten Vorgänge:
- h) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, wenn jedoch die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
- h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, oder
- h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen

X

verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und

- i) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur und
- ii) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten niedrigen Strömungsmenge bläst, oder,
- iii) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist.

X

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseinschalttemperatur im wesentlichen gleich der vorbestimmten Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Kühlgebläseanordnung diese Anordnung so steuern kann, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit einer relativ niedrigen Strömungsmenge, mit einer ersten, relativ hohen Strömungsmenge oder mit einer zweiten, relativ hohen Strömungsmenge, die größer als die erste relativ hohe Strömungsmenge ist, bläst, wobei, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur,
- falls die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel geringer ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
 - falls jedoch die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten ersten, relativ hohen Strömungsmenge bläst, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, und daß sie Luft mit der erwähnten zweiten, relativ hohen Strömungsmenge auf den Kühler bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur.

X

05.11.88

3440504

- 12 -

20. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler, der die Temperatur des im Kopf-Kühlmantel umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler, der die Temperatur des im Block-Kühlmantel umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, umfaßt, und daß das Kühlgebläse-Regelungssystem sowie das Steuerventilsystem auf der Grundlage der vom Kopf- sowie Block-Kühlmitteltemperaturfühler ausgegebenen Signale gesteuert werden.

X



3440504 - 13 -

Bavariaring 4, Postfach 2024
8000 München 2
Tel.: 089 - 539653
Telex: 5-24845 tipat
Telecopier: 0 89 - 537377
cable: Germanipatent Münch

6. November 1984

DE 4350 /

case AT-F-576

Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha

Toyota-shi, Japan

Kühlsystem und Verfahren zur Kühlung
einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine sowie auf ein Verfahren zum Betreiben dieses Kühlsystems, und sie bezieht sich insbesondere auf ein Kühlsystem für einen Ottomotor sowie auf ein Verfahren zum Betreiben dieses Kühlsystems, das eine sog. Zweikreisbauart aufweist.

Es ist ein Kühlsystem der Zweikreisbauart für eine Brennkraftmaschine bekannt, wobei der Kühlmantel des Zylinderblocks sowie der Kühlmantel des Zylinderkopfes miteinander und mit einem Kühler durch ein Leitungssystem verbunden sind, das durch eine Anordnung von Steuerventilen gesteuert wird und in dem entsprechend einer ausgewählten sowie angemessenen Betätigung dieser Steuerventile die drei folgenden Arten eines



Kühlmittelkreislaufs bewerkstelligt werden können:

- a) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel geringer ist als ein vorbestimmter sog. Motorwarmlauf-Temperaturwert, wird ein sog. Motorwarmlaufkreislauf erstellt, in dem das Kühlmittel sowohl durch den Kopf-Kühlmantel wie auch durch den Block-Kühlmantel (in typischer Weise in Reihe), jedoch nicht in wesentlichem Maß durch den Kühler umgewälzt wird, so daß das durch diese beiden Mäntel fließende Kühlmittel sich mischen kann, aber vom Kühler im wesentlichen nicht gekühlt wird;
- b) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als der vorbestimmte Motorwarmlauf-Temperaturwert, jedoch niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, deren Wert über dem für die Motorwarmlauf-Temperatur liegt, dann wird ein sog. getrennter Kreislauf erstellt, in dem das Kühlmittel in zwei im wesentlichen getrennten Kreisläufen umgewälzt wird, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzubeziehen, umfaßt, so daß das Kühlmittel, das durch die beiden Mäntel fließt, sich im wesentlichen nicht mischen kann;
- c) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, so wird ein sog. Überhitzungsverhütungskreislauf erstellt, in dem Kühlmittel sowohl durch den Kopf- wie auch durch den Block-Kühlmantel (in typischer Weise in Reihe) und auch in wesentlichem Maß durch den Kühler umgewälzt wird.

Derartige Zweikreis-Kühlsysteme für eine Brennkraftmaschine wurden beispielsweise durch die folgenden japanischen Patentanmeldungen vorgeschlagen:

JA-Pat.-Anm. Nr. 55-52 025 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 56-148 610; JA-Pat.-Anm. Nr. 55-68 036 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 56-165 713; JA-Pat.-Anm. Nr. 56-169 933 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 57-93 620; JA-Pat.-Anm. Nr. 58-90 544 (1983).

X

Sieht man ein derartiges Zweikreiskühlsystem bei einer Brennkraftmaschine vor, so wird die im folgenden erläuterte Wirkung erzielt.

Im obigen Fall a), wobei die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als der Motorwarmlauf-Temperaturwert, bedeutet das Erstellen eines Motorwarmlaufkreislaufs, in dem das Kühlmittel sowohl durch den Kopf- wie auch durch den Block-Kühlmantel, im wesentlichen jedoch nicht durch den Kühler umgewälzt wird und wobei das durch die beiden Mäntel fließende Kühlmittel sich mischen kann, aber nicht in wesentlichem Maß vom Kühler gekühlt wird, daß der Temperaturanstieg des durch den Block-Kühlmantel fließenden Kühlmittels beschleunigt wird, was bewirkt, daß das Warmlaufen des Motors insgesamt schneller als in dem Fall vor sich geht, in dem während des Warmlaufens die Kühlmittelströme im Kopf- sowie im Block-Kühlmantel getrennt gehalten werden. Demzufolge verläuft auch der Temperaturanstieg des Schmiermittels im Motor-Zylinderblock, der stark von der Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel beeinflußt wird, schneller. Das ist im Hinblick auf eine Qualitätsverbesserung der Abgasemissionen des Motors während des Warmlauf-Betriebszustandes, der in der Tat ein kritischer Betriebszustand vom Gesichtspunkt der Abgasemissionssteuerung ist, von Nutzen.

Im oben genannten Fall b), wobei die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als der Motorwarmlauf-Temperaturwert, jedoch niedriger ist als der Motorüberhitzungstemperaturwert, bedeutet die Erstellung von zwei getrennten Kreisläufen, wobei das Kühlmittel auf zwei im wesentlichen getrennten Strömungswegen umgewälzt wird, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne im wesentlichen den Kühler einzuschließen, umfaßt, und wobei die durch die bei-

X

den Mäntel fließenden Kühlmittelströme sich im wesentlichen nicht mischen können, daß der Zylinderkopf stark in einem viel größeren Ausmaß gekühlt wird als zu dieser Zeit der Zylinderblock, was im Hinblick auf eine Erhöhung des mechanischen Oktanwerts des Motors und im Hinblick auf das Vermeiden seines Klopfens von Nutzen ist, wie es auch mit Blick auf eine Steigerung der Leistung sowie der Kraftstoffwirtschaftlichkeit von Wert ist.

Schließlich bedeutet in dem oben unter c) angeführten Fall, in dem die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die Erstellung eines die Überhitzung verhindernden Kreislaufs, wobei das Kühlmittel durch beide Kühlmäntel und auch in wesentlichem Maß durch den Kühler geführt wird, daß die Kühlwirkung des Kühlers im maximal möglichen Ausmaß für den Motor genutzt wird, wobei jegliche Überhitzung verhindert wird.

Durch das Vorsehen eines Zweikreis-Kühlsystems wird somit die Kühlung der Brennkraftmaschine in angemessener Weise bei allen ihren Betriebszuständen entsprechend der Kühlmitteltemperatur des Motors bewerkstelligt, wobei das Warmlaufen des Motors nicht verzögert wird, wobei keinerlei Gefahr für eine Motorüberhitzung besteht, wobei die Qualität in den Abgasemissionen des Motors nicht verschlechtert wird und wobei der mechanische Oktanwert des Motors auf sein Maximum gebracht wird, wodurch eine gute Leistung sowie Kraftstoffausnutzung erhalten werden.

Ein derartiges Kühlsystem und ein solches Verfahren zu seinem Betreiben sind zwar von Nutzen und von Wert, jedoch bleiben gewisse Punkte und Probleme, die einer Lösung bedürfen. Insbesondere kommt (kommen) bei einem solchen Kühlsystem in typischer Weise auch ein Kühlgebläse oder deren mehrere zum Einsatz, das oder die Luft auf den Kühler bläst (blasen).

X

Eien solche Kühlgebläseanordnung kann entweder durch die Kurbelwelle des Motors, möglicherweise über eine Art von Kupplungsvorrichtung, oder elektrisch durch einen Elektromotor angetrieben werden. Da jedoch eine solche Kühlgebläseanordnung tatsächlich nicht während aller Betriebszustände Luft gegen den Kühler blasen muß, z.B. wenn durch diesen kein Kühlmittel fließt, dann wird auch kein Luftstrom benötigt, so wird in beiden oben genannten Fällen, wenn die Gebläseanordnung tatsächlich allzeit angetrieben wird, Energie vergeudet, und zwar entweder mechanische Leistung im Fall eines mechanischen Antriebs von der Kurbelwelle oder elektrische Energie im Fall eines Elektroantriebs für die Gebläseanordnung. Ferner besteht die Gefahr, daß unter gewissen Umständen der Motor zu stark gekühlt (überkühlt) wird.

Im Prinzip sollte die Kühlgebläseanordnung eines solchen Motors (während des Warmlaufzustandes) nur betrieben werden, wenn die Temperatur des durch den Kopf-Kühlmantel des Motors fließenden Kühlmittels eine bestimmte Kühlgebläse-Einschalttemperatur übersteigt, deren Wert im wesentlichen niedriger als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur festgesetzt werden sollte, um den Zylinderkopf auf einer viel niedrigeren Temperatur als den Zylinderblock zu halten, wie oben erläutert wurde. Wenn man nun beabsichtigt, die Kühlgebläseanordnung nur nach der Temperatur des den Kühlmantel des Zylinderblocks durchströmenden Kühlmittels zu steuern, so tritt das Problem auf, daß die Kühlgebläseanordnung unnötigerweise betrieben wird, wenn die Block-Kühlmitteltemperatur ihren Bezugseinschaltwert erreicht hat, obwohl die Kopf-Kühlmitteltemperatur nicht hoch genug war, oder in einem Extremfall auch dann, während der Motorwarmlaufkreislauf in Aktion war. In dem Fall, daß das durch den Block-Kühlmantel umlaufende Kühlmittel zum Aufheizen eines Wärmetauschers eines Fahrzeugraum-Heizaggregats in dem den Motor enthaltenden Fahrzeug teilweise abgezweigt wird, was typisch ist, kann es

X

ferner bei kalten oder winterlichen Umgebungsbedingungen geschehen, daß bei Leerlauf oder Schwachlast des Motors, wenn der oben unter b) angeführte getrennte Kreislauf im Kühlsystem erstellt wird, allein durch Betätigen des Fahrgastraum-Heizaggregats soviel Wärme aus dem Kühlmittelkreis des Zylinderblocks abgezogen wird, daß ein Abfallen der Temperatur des den Block-Kühlmantel durchströmenden Kühlmittels unter den Wert der Motorwarmlauftemperatur eintritt, womit der oben unter a) beschriebene Warmlaufkreislauf für den Motor in Aktion tritt. Wenn das geschieht, dann steigt die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel auf Grund der plötzlichen Mischung der Kühlmittelströme zeitweise abrupt an, und wenn die Kühlgebläseanordnung, wie oben angedeutet wurde, nur nach der Temperatur des den Block-Kühlmantel des Motors durchströmenden Kühlmittels gesteuert wird, dann kann zu diesem Zeitpunkt die Kühlgebläseanordnung mit größter Wahrscheinlichkeit unnötigerweise betrieben werden, was von Nachteil ist und den Betrieb des Fahrgastraum-Heizaggregats beeinträchtigt, wie auch möglicherweise der Motor einer zu starken Abkühlung unterliegen kann.

Es ist demzufolge die Aufgabe der Erfindung, ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, das bestimmte Kühlmittel-Steuerventile sowie ein Kühlgebläse und einen Kühler umfaßt, wobei das Kühlgebläse und die Steuerventile in geeigneter Weise so gesteuert werden, daß ein den gegenwärtigen Motorbetriebszuständen angemessener Kühlmittelumlauf erfolgt und ein Luftstrom für den Kühler dann erzeugt wird, wenn und nur wenn es als richtig angesehen wird.

Hierbei ist es ein Ziel der Erfindung, ein derartiges Kühlsystem anzugeben, das bei seinem Betreiben im wesentlichen das Kühlgebläse immer in Betrieb setzt, wenn es angemessen ist, das ein unnötiges Antreiben des Kühlgebläses völlig

X

verhindert und das infolgedessen keinerlei Energie durch ein unnötiges Antreiben des Kühlgebläses vergeudet.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaffung eines Kühlsystems, das kein erwähnenswertes Risiko für eine zu starke Abkühlung des Motors in sich trägt.

Des weiteren zielt die Erfindung auf ein Kühlsystem ab, das während seines Betriebes keinerlei Gefahr für ein schlechtes Arbeiten eines Fahrgastraum-Heizaggregats, das vom Motorkühlmittel mit Wärme versorgt wird, hervorruft.

Darüber hinaus soll ein Kühlsystem geschaffen werden, das während seines Betriebes keinerlei unnötigen mechanischen Verlust im Betrieb des Motors erzeugt.

Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Kühlsystem zu schaffen, das ein schnelles Warmlaufen des Motors begünstigt und während seines Betriebes insbesondere das Aufwärmen des Zylinderblocks sowie des im Kurbelgehäuse enthaltenen Schmiermittels beschleunigt.

Darüber hinaus zielt die Erfindung auf die Schaffung eines Kühlsystems ab, das während seines Arbeitens die Emission von unerwünschten Stoffen im Motorabgas insbesondere während des Warmlaufens des Motors, jedoch auch während anderer Betriebszustände herabsetzt und auch den mechanischen Verschleiß an den Motorbauteilen vermindert.

Weiterhin soll das Kühlsystem gemäß der Erfindung während seines Betriebs den Zylinderkopf des Motors stark, den Zylinderblock dagegen nicht sehr stark kühlen.

Des weiteren ist die Erfindung auf ein Kühlsystem gerichtet, das den mechanischen Oktanwert des Motors hoch hält und die Klopfneigung des Motors herabsetzt oder beseitigt.

X

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaffung eines Kühlsystems, das dem Motor eine gute Kraftstoffwirtschaftlichkeit sowie eine gute Leistungsfähigkeit vermittelt.

Ferner wird gemäß der Erfindung auf ein Kühlsystem abgezielt, das besonders für den Schutz des Motors gegen ein Überhitzen wirksam ist.

Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Kühlsystem zu schaffen, das in seinem Aufbau einfach ist, jedoch zuverlässig arbeitet, und das kostengünstig zu bauen ist.

Des weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine anzugeben, das einige der oder alle oben genannten Ziele erreichen läßt.

Gemäß dem allgemeinsten gegenständlichen Gesichtspunkt sieht die Erfindung zur Lösung der Aufgabe und zum Erreichen der Ziele ein Kühlsystem für eine von einem Kühlmittelstrom gekühlte Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf sowie einen Zylinderblock hat, vor, das gekennzeichnet ist a) durch einen Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, b) durch einen Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, c) durch einen Kühler, d) durch eine Luft auf den Kühler blasende Kühlgebläseanordnung, e) durch ein Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst, f) durch ein Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata, g) durch ein Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels

X

in ausgewählter Weise steuert, und h) durch ein Steuersystem für die folgende Steuerung: h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und die Kühlgebläseanordnung wird durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst; h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und h21) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, während, h22) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann das Steuerventilsystem so eingestellt wird, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt; und h3) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, und h31) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschluß-

X

temperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, während, h32) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

Da mit einem derart aufgebauten System, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, das Steuersystem das Steuerventilsystem so regelt, daß Kühlmittel durch den verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf- wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler einschließt, und auch die Kühlgebläseanordnung über deren Regelungssystem so regelt, daß diese Anordnung Luft auf den Kühler mit der genannten relativ niedrigen Strömungsmenge (die eine Null-Menge sein kann) bläst, so wird unter diesen Umständen die Brennkraftmaschine im maximal möglichen Ausmaß aufgewärmt, indem das Kühlmittel im Block- sowie im Kopf-Kühlmantel so geführt wird, daß sich diese beiden Ströme mischen können, wobei es aber nicht durch den Kühler fließt und somit nicht in wesentlichem Maß abgekühlt wird. Das ist im Hinblick auf die Qualität der Abgasemissionen während der besonders kritischen Warmlaufphase von Wert. Auch wird während dieser Warmlaufzeit die Kühlgebläseanordnung in besonderer Weise bei ihrer niedrigen Strömungsmenge betrieben, d.h., in typischer Weise wird sie gar nicht betrieben, was eine Einsparung an Motorleistung und eine Erhöhung in der Motorleistung bringt, und das ist vorteilhafterweise auch dann der Fall, wenn die Kühlmitteltemperatur im Zylinderkopf recht hoch ansteigt. Wenn

X

jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher wird als die vorbestimmte Warmlauf-Abschlußtemperatur, so ist das ein Anzeichen dafür, daß der Motor warmgelaufen ist. Unter der Voraussetzung, daß die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die in ihrem Wert gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, regelt zu diesem Zeitpunkt, wenn die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die unter der vorbestimmten Warmlauf-Abschlußtemperatur liegt, das Steuersystem die Gebläseanordnung über deren Regelungssystem so, daß sie Luft mit der relativ niedrigen Strömungsmenge auf den Kühler bläst. Ist jedoch andererseits die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann regelt das Steuersystem die Gebläseanordnung so, daß sie Luft gegen den Kühler mit der relativ hohen Strömungsmenge bläst. Damit wird die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel und somit diejenige des Zylinderkopfes im wesentlichen auf der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur gehalten, und das wird durch ausgewähltes Betreiben der Kühlgebläseanordnung mit der hohen oder niedrigen Strömungsmenge und durch einen Betrieb mit der hohen Strömungsmenge nur dann, wenn das tatsächlich erforderlich ist, erreicht. Das ist wiederum von Nutzen in bezug auf eine Minimierung der Energie, die zum Antrieb der Gebläseanordnung benötigt wird, womit also die Motorleistung und Kraftstoffwirtschaftlichkeit gefördert werden. Das Halten des Zylinderkopfes auf der relativ niedrigen Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur gewährleistet, daß der Motor einen hohen mechanischen Oktanwert hat, was dazu beiträgt, ihn gegen ein Klopfen zu schützen.

X

Gemäß dem allgemeinsten Verfahrensgesichtspunkt offenbart die Erfindung zur Lösung der Aufgabe und zum Erreichen der Ziele ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf sowie einem Zylinderblock und mit (a) einem Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, (b) einem Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, c) einem Kühler, (d) einer Luft auf den Kühler blasenden Kühlgebläseanordnung, (e) einem Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst, (f) einem Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata und (g) einem Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert, das gekennzeichnet ist durch die folgenden gleichzeitig durchgeführten Vorgänge: (h) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, wenn jedoch die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und (h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere

X

den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, oder, (h2) wenn die Temperatur des des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und, (i) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur und (il) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, oder (i2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

Mit einem solchen Verfahren werden die oben zum allgemeinsten gegenständlichen Gesichtspunkt der Erfindung herausgestellten Vorteile in gleichartiger und paralleler Weise erreicht.

X

Der Erfindungsgegenstand wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen bzw. -beispielen erläutert. Es ist jedoch klar, daß die Beschreibung und die Zeichnungen nur Erläuterungszwecken dienen und den Erfindungsgegenstand in keiner Weise beschränken. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kühlsystems in einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung und einer Brennkraftmaschine, wobei ein elektrisch angetriebenes Kühlgebläse einer AN/AUS-Steuerung unterliegt;
- Fig. 2 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung des Kühlsystems, wobei zur Erläuterung der ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Steuerventile offen (hell) sowie geschlossen (dunkel) sind und der Motor noch nicht warmgelaufen ist;
- Fig. 3 eine zu Fig. 2 gleichartige Darstellung der ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Motor völlig warmgelaufen und nicht überhitzt ist;
- Fig. 4 eine zu Fig. 2 und 3 gleichartige Darstellung für die erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Motor für eine Zeitspanne überhitzt ist, die länger als eine kritische Zeitdauer ist;
- Fig. 5 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer zweiten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei die Drehzahl des Kühlgebläses über einen gewissen Bereich veränderbar ist;
- Fig. 6 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer dritten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei zwei Kühlgebläse vorgesehen sind;
- Fig. 7 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer vierten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren

X

gemäß der Erfindung, wobei das Kühlgebläse über die Motorkurbelwelle angetrieben wird;

Fig. 8 eine im Prinzip zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer fünften bevorzugten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei die den Kühlmittelfluß regelnden Steuerventile als ein (im Längsschnitt gezeigtes) Verbundregelorgan zusammengefaßt sind und unmittelbar durch wärmeempfindliche Stellglieder ohne elektrische Steuerung betätigt werden.

Die Fig. 1 zeigt eine erste bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung zusammen mit einer Brennkraftmaschine 1, die durch das Arbeiten des Kühlsystems gekühlt wird und eine Kurbelwelle 30 hat. Die Brennkraftmaschine 1, die für die Anwendung des Erfindungsgegenstandes geeignet ist, ist ein Ottomotor und umfaßt eine Anzahl von (nicht gezeigten) Zylindern, in denen Brennräume abgegrenzt sind. Der Motor 1 weist einen Zylinderkopf 2, der die Kopfbereiche dieser Brennräume bestimmt, und einen Zylinderblock 3, der die Seitenwandbereiche der Brennräume bestimmt, auf. Im Zylinderkopf 2 ausgestaltete Kanäle für ein Kühlfluid (Kühlmittel) bilden einen Kopf-Kühlmantel 4 mit einem Kühlmittleinlaß 6 sowie -auslaß 7, während im Zylinderblock 3 ausgestaltete Kühlmittelkanäle einen Block-Kühlmantel 5 mit einem Kühlmittleinlaß 8 sowie -auslaß 9 bilden. Der Kühlmittelfluß in den beiden Mänteln 4 und 5 kann im wesentlichen getrennt voneinander erfolgen.

Die Kühlmitteldruckseite einer Kopfkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 10, die von üblicher Bauart sein kann und ständig von der Kurbelwelle 30 über eine (nicht gezeigte) Übersetzung in Umdrehung versetzt wird, ist an den Einlaß 6 des Kopf-Kühlmantels angeschlossen. In gleichartiger Weise ist die

X

Kühlmitteldruckseite einer Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11, die ebenfalls von üblicher Bauart sein kann, an den Einlaß 8 des Block-Kühlmantels 5 angeschlossen.

Der Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 ist an das stromaufwärtige oder einströmseitige Ende einer Leitung 12 angeschlossen, deren stromabwärtiges oder ausströmseitiges Ende mit dem Einlaß eines Elektromagnet-Steuerventils (EM-Steuerventil) 13 irgendeiner herkömmlichen Bauart verbunden ist. Der Auslaß dieses EM-Steuerventils 13 ist an das einströmseitige Ende einer Leitung 14 angeschlossen, deren Ausströmseite mit einem Eintrittsverteiler oder oberen Wasserkasten 15a eines Kühlers 15 verbunden ist. Dieser Kühler 15 ist von üblicher Bauart und umfaßt einen Kühlerblock 15c, der oben mit dem Verteiler 15a und an seiner Unterseite mit einem Austrittssammler oder unteren Wasserkasten 15b in Verbindung steht. Ein auf der Abtriebswelle 122 eines Elektromotors (E-Motor) 121 befestigtes Kühlgebläse 120 dient dazu, einen zwangsweisen Luftstrom oder -zug am Kühlerblock 15c zu erzeugen, der den natürlichen Luftstrom, der vom Kühlerblock 15c bei einem Fahren des das Kühlsystem enthaltenden Fahrzeugs auf einer Straße empfangen wird, ergänzt. Das einströmseitige Ende einer Leitung 16 ist an den Austrittssammler 15b des Kühlers 15 angeschlossen, während das ausströmseitige Ende dieser Leitung 16 an die Saugseite der Kopfkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 10 angeschlossen ist.

Mit dem Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 ist das stromauf liegende oder einströmseitige Ende einer Leitung 17 verbunden, die an ihrem anderen Ende an den Einlaß eines EM-Steuerventils 28 angeschlossen ist, das von gleichartiger Bauart wie das EM-Steuerventil 13 sein kann und dessen Auslaßseite mit dem Einströmende einer Leitung 18 verbunden ist, deren ausströmseitiges Ende mit dem Einlaß eines weiteren, den EM-Ventilen 13 und 28 ähnlichen Ventils 19 verbunden ist. Der

X

Auslaß des EM-Steuerventils 19 ist an das stromaufwärtige Ende einer Leitung 20 angeschlossen, die stromab mit der Saugseite der Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11 verbunden ist.

An einer Zwischenstelle ist die Leitung 12 mit dem einen Ende einer Leitung 21 verbunden, die zu einem Kanal eines weiteren gleichartigen EM-Steuerventils 22 führt, deren anderer Kanal mit dem einen Ende einer Leitung 23 verbunden ist, die an eine Zwischenstelle der Leitung 20 angeschlossen ist.

Eine Leitung 26 ist einerseits an einen Abzweig der Leitung 17 und andererseits an einen Kanal eines wiederum zu den anderen EM-Steuerventilen gleichartigen Steuerventils 25 angeschlossen, dessen anderer Kanal mit dem einen Ende einer Leitung 24 verbunden ist, deren anderes Ende an eine Zwischenstelle oder einen Abzweig der Leitung 14 angeschlossen ist. Ferner ist ein Abzweig von der Leitung 16 mit einem Abzweig an der Leitung 18 über eine Leitung 27 verbunden.

Eine Abzweigstelle der Leitung 17 ist mit dem einströmseitigen Ende einer Leitung 41 verbunden, deren ausströmseitiges Ende an den Einlaß eines Regelventils 40 angeschlossen ist, das bei der in Rede stehenden Ausführungsform nicht notwendigerweise ein elektrisch betätigtes Ventil zu sein braucht und dessen Auslaß mit der Einströmseite einer Leitung 39 verbunden ist, deren Ausströmende an den Einlaß eines Wärmetauschers 37 eines Fahrgastraum-Heizaggregats 34 angeschlossen ist. Am Auslaß dieses Wärmetauschers 37 ist die Einströmseite einer Leitung 42 angeschlossen, deren Ausströmende an einen Abzweig der Leitung 20, und zwar tatsächlich an die gleiche Abzweigstelle, mit der das Ende der Leitung 23 verbunden ist, was funktionell jedoch nicht von Bedeutung ist, angeschlossen ist.

X

Das Heizaggregat 34 hat einen einen Luftkanal 35 begrenzenden Mantel mit einem Einlaß 35a sowie einem Auslaß 35b, und in dem Mantel ist ein Gebläserad 36 vorgesehen, das Luft durch den Luftkanal 35 sowie den Wärmetauscher 37 zu deren Aufheizung drückt.

Ein Ventil-Steuergerät 47, das in typischer Weise zur manuellen Einstellung durch den Fahrer ausgebildet ist, ist zur Regelung der Offen- und Schließstellung des Regelventils 40 vorgesehen. Zweckmäßigerweise ist eine (nicht gezeigte) Gebläserad-Steuereinrichtung zur Energieversorgung des Gebläserades 36 nach Wahl vorhanden. Der Auslaß 35b des Luftkanals führt zum Inneren des Fahrgastraumes des Fahrzeugs, dem dieses System eingegliedert ist, um diesem Raum erwärmte Luft zuzuführen, wenn das Ventil-Steuergerät 47 so betätigt wird, daß das Regelventil 40 geöffnet wird, und auch (wahlweise) das Gebläserad 36 betrieben wird, wie es in der einschlägigen Technik bekannt ist.

Der E-Motor 121 wird nach Wahl mit elektrischer Energie von der Fahrzeugbatterie 123 über eine Serienschaltung des Fahrzeug-Zündschalters 124 und eines AN/AUS-Schaltrelais 125 versorgt. Ein Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a, der ein für die Temperatur des sein Fühlelement umgebenden Kühlmittel kennzeichnendes Ausgangssignal liefert, ist nahe dem stromaufwärtigen Ende der Leitung 12, d.h. nahe dem Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4, in die Leitung 12 eingesetzt. Ein gleichartiger Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b ist in die Leitung 17 nahe deren Einströmende, d.h. nahe dem Kühlmittelauslaß 9 des Block-Kühlmantels 5, eingebaut.

Die elektrischen Ausgangssignale dieser beiden Temperaturfühler 49a und 49b werden einem elektrischen Steuergerät 48 zugeführt, das bei dieser ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung einen Mikrocomputer enthält. Dieses Steuergerät 48 liefert elektrische Ausgangssignale zur Betätigung

X

der Steuerventile 13, 19, 22, 25 sowie 28 und auch ein AN/AUS-Signal zur Betätigung des AN/AUS-Schaltrelais 125. Das Steuergerät 48 weist bei der in Rede stehenden ersten Ausführungsform die folgenden Betriebsmerkmale auf:

Auf der Grundlage des vom Block-Kühlmantel 5 am Auslaß 9 austretenden Kühlmittels, dessen Temperatur vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßt wird, steuert das Steuergerät 48 die fünf EM-Steuerventile 13, 19, 22, 25 und 28 in der folgenden Weise:

- wenn die vom Temperaturfühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur niedriger ist als eine als Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur zu bezeichnende Temperatur, z.B. 80°C (d.h., wenn der Motor 1 noch kalt ist), dann schließt das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 sowie 25 völlig, während es die Steuerventile 22 sowie 28 voll öffnet;
- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur ist, jedoch niedriger ist als eine als Motorüberhitzungstemperatur zu bezeichnende Temperatur, z.B. 95°C (d.h., wenn der Motor 1 im wesentlichen warmgelaufen ist), dann öffnet das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 sowie 28 völlig und schließt die Steuerventile 22 sowie 25 ganz;
- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur, jedoch nicht dauernd für eine längere Dauer als eine vorbestimmte Zeitspanne höher gewesen ist (d.h., wenn der Motor 1 anfängt zu überhitzen), dann öffnet das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 und 19 völlig, schließt das Steuerventil 22 ganz und öffnet die Steuerventile 25 sowie 28 teilweise;
- wenn die vom Fühler 49b festgestellte Kühlmitteltemperatur für eine gegenüber der vorbestimmten Zeitspanne längere Dauer höher als die Motorüberhitzungstemperatur geblieben ist

X

Damit ist die Beschreibung des Aufbaus der ersten bevorzugten Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine nach der Erfindung als abgeschlossen anzusehen. Die Art und



Weise, in der diese Ausführungsform arbeitet, wird als erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel für das Verfahren zur Kühlung einer Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 erläutert. In diesen Figuren sind diejenigen der Steuerventile 13, 19, 22, 25 und 28, die in der AN-Stellung, d.h. einen Durchfluß erlaubenden Stellung, sind, hell im Gegensatz zu den dunklen Steuerventilen, die in der AUS-Stellung, d.h. einen Durchfluß unterbindenden Stellung, sind.

Die Fig. 2 zeigt den Betriebszustand des Motors, in dem dieser nicht ganz warmgelaufen ist, d.h., die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßt wird, ist niedriger als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C. In diesem Zustand schließt das Steuergerät 48, wie oben gesagt wurde, die Steuerventile 13, 19 sowie 25 völlig (dunkle Darstellung), während es die Steuerventile 22 sowie 28 ganz öffnet (helle Darstellung). (Es wird in diesem Fall (Fig. 2) und in den folgenden Fällen angenommen, daß das Heizungsregelventil 40 durch sein Steuergerät 47 im AUS-Zustand ist; falls dieses Ventil 40 tatsächlich in den AN-Zustand gebracht worden ist, so ist die Wirkung der Ablenkung eines Teils des erhitzten Blockkühlmittels durch den Wärmetauscherblock 37 als tatsächlich vernachlässigbar zu betrachten.) Ferner hält das Steuergerät 48, wie ebenfalls oben gesagt wurde, das Schaltrelais 125 im AUS-Zustand, so daß das Kühlgebläse 120 keinesfalls betätigt wird, da die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49b erfaßt wurde, niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und damit niedriger als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die, wie festgesetzt, gleich der oder geringfügig höher als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur ist. Damit fließt das von der Kopf-Kühlmittelpumpe an ihrer Druckseite abgegebene Kühlmittel, wie in Fig. 2

X

durch Pfeile angegeben ist, durch den Einlaß 6 in den Kopf-Kühlmantel 4, durch dessen Auslaß 7 und am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a vorbei in die Leitung 12 sowie zum Steuerventil 22, dann in die Leitung 23 und über einen Teil der Leitung 20 zur Block-Kühlmittelpumpe 11. Von hier fließt das Kühlmittel zum Einlaß 8 des Kühlmantels 5 des Zylinderblocks 3, durch den Mantel 5 zu dessen Auslaß 9, dann am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b vorbei in die Leitung 17 und zum Steuerventil 28, worauf es in die Leitung 27 sowie einen Abschnitt der Leitung 16 eintritt und zurück zur Umwälzpumpe 10 gelangt. Somit sind in diesem Betriebszustand der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 mit den beiden Kühlmittelpumpen 10 und 11 hintereinandergeschaltet, und das Kühlmittel wird durch den Kopf-Kühlmantel 4 zum Block-Kühlmantel 5 und wieder zurück zum Kopf-Kühlmantel 4 umgewälzt, ohne jemals durch den Kühler 15 zu fließen. Das Kühlgebläse 120 wird keinesfalls in Betrieb genommen.

Das bedeutet, daß während des Warmlaufbetriebs des Motors die aus der Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 zum Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell und unmittelbar zum Zylinderblock 3 überführt wird, womit der Aufwärmvorgang für diesen Block 3 beschleunigt wird, was gegensätzlich ist zu einem Kühlsystem, bei dem die Kühlkreise für den Zylinderkopf und -block völlig voneinander getrennt sind. Damit wird die für das Warmlaufen des Motors benötigte Zeit vermindert, der Temperaturanstieg auf seiten des Motorschmiermittels, der stark von der Geschwindigkeit, mit der der Zylinderblock 3 erwärmt wird, abhängt, wird beschleunigt. Somit werden der Verschleiß der mechanischen Teile des Motors 1 wie auch die Erzeugung von Abgasemissionen herabgesetzt.

Während des Warmlaufens des Motors wird, selbst wenn die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 durch den Auslaß 7

X

austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, höher wird als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C, trotz allem, da auch die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49b erfaßt wird, noch niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von beispielsweise 80°C, das Kühlgebläse 120 mit Gewißheit nie betrieben. Ein solcher Betrieb wäre zu dieser Zeit selbstverständlich auch völlig nutzlos, da kein Kühlmittel durch den Kühler 15 fließt; demzufolge ist das Stehenlassen des Kühlgebläses 120 sinnvoll und richtig.

Es wird nun der Fall betrachtet, in dem der Motor den bereits voll warmgelaufenen Zustand erreicht hat, d.h., die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßte Temperatur aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels liegt über der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C. In diesem warmgelaufenen Zustand wird somit, wie schon gesagt wurde, die AN/AUS-Steuerung des Kühlgebläses 120 vom Steuergerät 48 demgemäß ausgeführt, ob die Temperatur des aus dem Kopfkühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, über oder unter der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C liegt.

Hierbei wird zuerst der Fall in Betracht gezogen, in dem die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels geringer ist als die oben festgelegte Motorüberhitzungstemperatur von beispielsweise 95°C. In diesem Zustand öffnet, wie oben festgestellt wurde und wie die Fig. 3 zeigt, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 und 28 völlig, während die Ventile 22 und 25 (schwarze Darstellung) ganz geschlossen werden. Somit strömt das auf der Druckseite der Kühlmittelpumpe 10 austretende Kühlmittel, wie die Pfeile in Fig. 3 angeben, durch den Einlaß 6 in den Kühlmantel 4 des Zylinderkopfes 2, durch den

X

Auslaß 7 am Temperaturfühler 49a vorbei und in die Leitung 12, die zum Steuerventil 13 führt. Von hier fließt das Kühlmittel weiter zum Kühler 15 sowie zur Leitung 16, über die es zur Saugseite der Umwälzpumpe 10 zurückgeführt wird. Das von der Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11 austretende Kühlmittel fließt, wie die Pfeile in Fig. 3 angeben, vom Einlaß 8 durch den Block-Kühlmantel 5, dann durch den Auslaß 9 und am Fühler 49b vorbei, worauf es in die Leitung 17 und zum Steuerventil 28 gelangt. Von hier fließt es in die Leitung 18 und zum Steuerventil 20, von wo es zurück zur Umwälzpumpe 11 geführt wird. In diesem Betriebszustand sind also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei unabhängige Kühlmittelkreisläufe einbezogen, die jeweils von der Umwälzpumpe 10 bzw. 11 gespeist werden, wobei der den Kopf-Kühlmantel 4 einschließende Kreis auch den Kühler 15 in Reihenschaltung umfaßt, der vom Block-Kühlmittelkreis abgetrennt ist, so daß das Kühlmittel in diesem Kreis durch die Pumpe 11 nur im Block-Kühlmantel 5 umgewälzt und nicht durch den Kühler 15 geführt wird. Auch tritt in diesem Stadium keine nennenswerte Strömung durch die Leitung 27 auf, die zu einer Mischung des Kühlmittels der beiden unabhängigen Kreise führen könnte, da diese beiden Kreise nur an einer Stelle - nämlich der Leitung 27 - verbunden sind.

Das bedeutet, daß im warmgelaufenen Zustand des Motors die aus der Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 stammende Wärme schnell an den Zylinderkopf 2 abgegeben und unmittelbar durch Überführung zum Kühler 15 zerstreut wird, womit also der Zylinderkopf 2 stark gekühlt wird. Andererseits wird die zum Zylinderblock 3 abgeführte Wärme nicht durch irgendeine Kühlwirkung des Kühlers 15 verteilt, womit also der Zylinderkopf 2 sehr kühl gehalten wird, was den mechanischen Oktanwert des Motors 1 erhöht, d.h., es wird die Verhinderung eines Klopfens des Motors unterstützt. Der

X

Zylinderblock 3 kann dagegen recht heiß werden, was die Schm-ierwirkung für den Motor 1 erhöht, den Verschleiß an dessen mechanischen Teilen herabsetzt und die Reibungsverluste im Motor 1 vermindert. Bei dieser Art eines Kühlsystems und -verfahrens werden die Ausgangsleistung des Motors 1 wie auch dessen Kraftstoffausnutzung erhöht, und es wird auch die Qualität im Hinblick auf die Abgasemission verbessert.

Wenn während des warmgelaufenen Zustands des Motors die vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a erfaßte Temperatur des am Auslaß 7 aus dem Kopf-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die vorher erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C, dann wird vom Steuergerät 48, das das Schaltrelais 125 schließt, das Kühlgebläse 120 in Gang gesetzt, und demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung abrupt und beträchtlich erhöht, womit der Zylinderkopf 2 und das diesen durchströmende Kühlmittel abgekühlt werden. Wenn dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels niedriger wird als die erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Steuergerät 48 durch Öffnen des Schaltrelais 125 stillgesetzt, womit folglich die Wirksamkeit des Kühlers 15 abrupt und beträchtlich herabgesetzt wird, was es möglich macht, daß sich der Zylinderkopf 2 und das diesen durchströmende Kühlmittel wieder aufwärmen. Auf Grund dieses Rückkopplungsvorgangs kann erwartet werden, daß während dieses Betriebs des Motors 1 die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels austretenden Kühlmittels im wesentlichen gleich der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C gehalten wird.

X

Als nächster Fall soll angenommen werden, daß die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die oben erwähnte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C, was leicht auftreten kann, da der Zylinderblock 3 während der oben erläuterten Betriebsweise des Kühlsystems insgesamt nicht wesentlich gekühlt wird. Dieser Zustand kennzeichnet die beginnende Überhitzung des Motors 1. Ferner sei angenommen, daß dieser über der Überhitzungstemperatur liegende Zustand des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels nicht länger andauert hat als die bestimmte Zeitdauer, die hier als die kritische Überhitzungszeitdauer bezeichnet wird. In diesem Zustand öffnet, wie oben gesagt wurde, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 und 19 wie zuvor gänzlich und schließt das Steuerventil 22 wie zuvor völlig, jedoch öffnet es die Ventile 25 sowie 28 teilweise. Dieser spezielle Zustand im Öffnen und Schließen der Steuerventile sowie der damit hervorgerufene besondere Kühlmittelfluß ist in keiner der Zeichnungen dargestellt, er liegt zwischen den in den Fig. 3 und 4 gezeigten Zuständen.

In diesem Fall wird das Schema, wobei ein Kühlmittelkreislauf, der den Kopf-Kühlmantel 4, die Umwälzpumpe 10 sowie den Kühler 15 umfaßt, und ein Kühlmittelkreislauf, der den Block-Kühlmantel 5 sowie die Blockkühlmittelpumpe 11 - nicht aber den Kühler 15 - umfaßt, teilweise aufrechterhalten; es tritt jedoch eine gewisse Mischung des durch diese beiden Kühlmittelkreise fließenden Kühlmittels ein, indem ein Anteil des vom Block-Kühlmantelauslaß 9 kommenden, am Fühler 49b vorbei und längs der Leitung 17 fließenden Kühlmittels zur Leitung 26 hin abgelenkt sowie durch das Steuerventil 25 und die Leitung 24 zur Leitung 14 geführt wird, in der dieser Anteil mit dem Kühlmittelstrom, der vom Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 2 kommt, am Fühler 49a vorbei und durch die Leitung 12 sowie zur Leitung 14 fließt, gemischt

X

wird. Entsprechend dieser Mischströmung des Kühlmittels vom Block-Kühlmantelkreis, das durch die Leitung 14 sowie durch den Kühler 15 strömt, wird ein entsprechender Rückfluß des Kühlmittels von der Leitung 16 abgezweigt und fließt in die Leitung 27, in der eine Mischung mit dem Kühlmittel erfolgt, das durch das Steuerventil 28 tritt, worauf dieses Kühlmittel durch das Ventil 19 und die Leitung 20 fließt, womit es zur Saugseite der Block-Kühlmittelpumpe 11 gelangt. Somit sind in diesem Betriebszustand der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei teilweise unabhängige Kühlkreise einbezogen, durch die das Kühlmittel teils durch die Kopfkreis-Kühlmittelpumpe 10, teils durch die Blockkreis-Kühlmittelpumpe 11 umgewälzt wird, wobei der erste Kreis den Kopf-Kühlmantel 4 sowie den Kühler 15 in Reihenschaltung umfaßt, während der zweite Kreis den Block-Kühlmantel 5, nicht jedoch den Kühler 15 umfaßt, wobei jedoch eine gewisse Mischung des Kühlmittels im zweiten Kreis mit dem Kühlmittel im ersten Kreis stattfindet. Insofern wird ein Teil des durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe 11 umgewälzten Kühlmittels gekühlt, indem dieser Teil durch den Kühler 15 geführt wird.

Das bedeutet, daß während dieses anfänglichen Überhitzungsbetriebszustandes, d.h., wenn der Beginn der Überhitzung erfaßt worden ist, der Überhitzungszustand aber noch nicht für einen die kr-itische Überhitzungszeitdauer überschreitenden Zeitraum angedauert hat, die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nun teilweise durch die Wirkung des Kühlers 15 zerstreut wird. Damit ist zu erwarten, daß der Zylinderblock 3 beginnt, allmählich heruntergekühlt zu werden, und es ist zu erwarten, daß diese maßvolle sowie vernünftige Bemühung im Abkühlen des Zylinderblocks 3 angemessen ist, um den Temperaturanstieg des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, dessen Temperatur vom Fühler 49b erfaßt wird,

X

in Grenzen zu halten, und bewirken wird, daß diese Temperatur innerhalb der kritischen Überhitzungszeitdauer niedriger wird als die Motorüberhitzungstemperatur von beispielsweise 95°C; wenn das so ist, dann wird das Kühlsystem in den zuvor festgelegten Zustand eines nichtüberhitzten Betriebs zurückkehren. Während dieses Betriebszustandes einer beginnenden Überhitzung ist zu erwarten, daß die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels naturgemäß höher sein wird als die zuvor erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb also das Kühlgebläse 120 über das Steuergerät 48 durch Schließen des Schaltrelais 125 in Gang gesetzt und demzufolge die Wirksamkeit in der vom Kühler 15 verschafften Kühlung auf ihrem hohen Wert sein wird, womit das durch den Kopf-Kühlmantel 4 fließende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 so schnell wie möglich heruntergekühlt werden, wie auch das durch den Block-Kühlmantel 5 fließende Kühlmittel und der Zylinderblock 3 abgekühlt werden. Wenn jedoch im Gegenteil die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 durch den Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, niedriger ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Steuergerät 48 nicht in Betrieb gesetzt, indem das Schaltrelais 125 geöffnet bleibt, was jedoch kein besonderes Problem aufwirft, da in jedem Fall eine gute Kühlwirkung auf Grund der niedrigen Temperatur des Kopf-Kühlmittels, mit dem das Block-Kühlmittel gemischt wird, geschaffen wird.

In dem anderen Fall, wenn dieser Temperaturzustand des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die oben angegebene Motorüberhitzungstemperatur und tatsächlich länger andauert hat als die vorbestimmte Überhitzungszeitdauer, dann ist davon auszugehen, daß die o.a. maßvolle Bemühung zur Kühlung des Zylinderblocks 3 nicht ausreichend war, um die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austreten-

X

den Kühlmittels, die vom Fühler 49b ermittelt wird, in Grenzen zu halten. In diesem Zustand öffnet, wie schon gesagt wurde, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 sowie 19 wie zuvor völlig und schließt wie zuvor das Ventil 22 gänzlich. Jedoch wird nun das Ventil 25 ganz geöffnet, während das Steuerventil 28 ganz geschlossen wird. Für diesen sog. Not-Kühlbetriebszustand sind die Öffnungs- sowie Schließstellungen der Steuerventile und das damit bewirkte Strömungsschema in Fig. 4 dargestellt.

Wie die Pfeile in Fig. 4 angeben, fließt das Kühlmittel aus dem Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 zur Leitung 12 und dann zur Leitung 14 sowie wie zuvor durch den Kühler 15 und die Leitung 16 zurück zur Kopfkreis-Umwälzpumpe 10. Dagegen fließt das in den Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 eintretende und am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b vorbeiströmende Kühlmittel längs der Leitung 17, tritt insgesamt in die Leitung 26 ein, fließt durch das Steuerventil 25 und durch die Leitung 24, aus der es in die Leitung 14 gelangt, in der es mit dem Kühlmittel des Kopf-Kühlkreises gemischt wird, worauf der Kühler 15 durchströmt wird. Aus der Leitung 16 erfolgt ein Rückfluß von Kühlmittel auch in die Leitung 27 und durch den stromabwärtigen Teil der Leitung 18 zum Steuerventil 19, von dem die Leitung 20 abgeht, so daß das Kühlmittel zur Saugseite der Block-Kühlmittelpumpe 11 zurückgeführt wird. In diesem Betriebszustand sind also die Kühlkreise für den Kopf- sowie den Block-Kühlmantel 4 bzw. 5 vollkommen miteinander verbunden. Somit wird das durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe 11 umgewälzte Kühlmittel vollkommen im Kreis geführt und durch Führen durch den Kühler 15 gekühlt.

Das bedeutet, daß während dieses Not-Kühlbetriebszustandes d.h., wenn der Überhitzungszustand länger als die kritische Überhitzungszeitdauer bestanden hat, die an den Zylinderblock

X

3 abgegebene Hitze nun so schnell wie möglich durch die Kühlwirkung des Kühlers 3 zerstreut wird. Damit wird in eindeutiger Weise der Zylinderblock 3 schnell und wirksam abgekühlt, und es ist praktisch gewiß, daß diese Kühlwirkung angemessen sein wird, um den Anstieg der vom Fühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels in Grenzen zu halten und zu erreichen, daß diese Temperatur innerhalb einer annehmbaren Zeitspanne geringer wird als die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C. Während dieses Not-Kühlbetriebszustandes wird selbstverständlich die Temperatur des dem Auslaß 7 und dem Fühler 49a zuströmenden Kühlmittels des Kopf-Kühlmantels 4 höher sein als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb in typischer Weise das Steuergerät 48 durch Schließen des Schaltrelais 125 das Kühlgebläse 120 in Gang setzen wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 bewirkte Kühlung auf dem hohen Leistungswert sein, womit das den Kopf-Kühlmantel 4 durchströmende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 und den Zylinderblock 3 durchströmende Kühlmittel so schnell wie möglich abgekühlt werden. Jedoch werden sich, wenn das nicht der Fall ist, keine nachteiligen Wirkungen einstellen, wie oben erläutert wurde.

Die Fig. 5 zeigt in einer zu Fig. 1 gleichartigen Weise eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung, mit der ein zweites bevorzugtes Kühlverfahren gemäß der Erfindung durchzuführen ist. In Fig. 5 sind den Fig. 1 bis 4 entsprechende Elemente mit denselben Bezugszahlen bezeichnet.

Bei dieser zweiten Ausführungsform liegt der einzige konstruktive Unterschied zur ersten Ausführungsform darin, daß an Stelle des Schaltrelais 125 zur Steuerung der Zufuhr von Elektroenergie zum Motor 121, um das Kühlgebläse 120 anzutreiben, ein elektrischer Stromregler 126 vorgesehen ist,

X

der entsprechend der Zufuhr eines elektrischen Betätigungssignals vom elektrischen Steuergerät 48 in einen von drei Betriebszuständen gebracht werden kann.

Im ersten Betriebszustand unterbricht der Stromregler 126 jeglichen Stromaustritt von ihm; im zweiten Betriebszustand läßt der Stromregler 126 einen bestimmten niedrigen, ersten Strom, der dem E-Motor 121 zugeführt wird, durch; im dritten Betriebszustand kann ein bestimmter höherer, zweiter Strom über den Stromregler 126 dem E-Motor 121 zugeführt werden.

Ferner sind bei dieser zweiten bevorzugten Ausführungsform gemäß der Erfindung die Eigenschaften des Steuergeräts 48 in bezug auf die Zufuhr der Steuersignale zum Stromregler 126 andersartig, während sie in bezug auf die Zufuhr der Steuersignale zu den fünf Ventilen 13, 19, 22, 25 und 28 entsprechend den Signalen von den Temperaturfühlern 49a und 49b gleichartig sind. Im einzelnen steuert das Steuergerät 48 auf der Grundlage der vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel austretenden Kühlmittels das Arbeiten des Stromreglers 126 für den Betrieb des Gebläsemotors 121 in der folgenden Weise:

- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des den Block-Kühlmantel 5 verlassenden Kühlmittels niedriger ist als eine sog. Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wie zuvor der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C gleich oder gegenüber dieser geringfügig höher sein kann, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 überhaupt keinen Strom durchläßt, so daß das Gebläse 120 nicht betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, jedoch niedriger als die erwähnte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C ist und wenn die Temperatur des am Fühler 49a vorbeifließenden Kühlmittels aus dem Kopf-Kühlmantel 4 niedriger

X

ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wiederum wesentlich niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C und beispielsweise 50°C betragen kann, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 ebenfalls keinerlei Strom durchläßt, so daß das Kühlgebläse 120 in keiner Weise betrieben wird;

- wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher liegt als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 den erwähnten ersten und niedrigeren Strom zum Gebläsemotor 121 durchläßt, so daß das Kühlgebläse 120 mit einer bestimmten ersten, niedrigeren Drehzahl betrieben wird;
- wenn die Temperatur des vom Fühler 49b erfaßten, aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels dagegen höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur und wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann führt das Steuergerät 48 den Stromregler 126 in einen Zustand, daß dem E-Motor 121 der zweite, höhere Strom zugeführt wird, womit das Kühlgebläse 120 mit der bestimmten zweiten, höheren Drehzahl betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels niedriger ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 jeglichen Stromdurchfluß verhindert, womit das Kühlgebläse 120 nicht betrieben wird.

Damit ist die Beschreibung des Aufbaus der zweiten bevorzugten Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung abgeschlossen; das Verfahren, gemäß welchem diese zweite Ausführungsform betrieben wird bzw. arbeitet, ist zu demjenigen der ersten Ausführungsform gleichartig mit der Ausnahme, daß das Kühlgebläse 120 während der

X

Betriebsphase bei einem normalen Motorbetrieb, wobei die verschiedenen Steuerventile so gesteuert werden, daß sie zwei getrennte Kühlkreisläufe für den Zylinderkopf 2 und den Zylinderblock 3 schaffen, wie in Fig. 3 mit Bezug zur ersten Ausführungsform gezeigt ist, mit der ersten, niedrigeren Drehzahl betrieben wird; während des sog. Motorüberhitzungs-betriebs, wobei die verschiedenen Steuerventile so gesteuert werden, daß zwei Verbund- oder Mischkühlkreise für den Zylinderkopf und -block 2, 3 geschaffen werden, wie mit Bezug auf das erste Verfahrensbeispiel in Fig. 4 gezeigt ist, wird das Kühlgebläse 120 eindeutig und mit Sicherheit mit der zweiten, höheren Drehzahl betrieben, so daß eine Kühlwirkung mit höherer Leistung auf seiten des Kühlers 15 erreicht wird (unter der Voraussetzung, daß die Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels über der Kopf-Kühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur liegt). Dies ist im Hinblick auf eine Verbesserung in der Wirksamkeit des Kühlers 15 bezüglich der Wärmezerstreuung während des Überhitzungszustandes des Motors 1 von Nutzen und Vorteil, da eine stärkere Kühlung des diesen durchfließenden Kühlmittels erreicht und der Motorüberhitzungszustand wirksamer beherrscht wird. Die weiteren Einzelheiten der zweiten Ausführungsform des Kühlsystems und -verfahrens werden dem Fachmann aus den obigen Erläuterungen und der Analogie mit dem ersten Ausführungsbeispiel klar.

Die Fig. 6 zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine und eines Verfahrens zum Betrieb dieses Kühlsystems, wobei diese Ausführungsform derjenigen der Fig. 1 und 5 zum Teil gleichartig ist und gleiche Bauelemente mit denselben Bezugszahlen wie in den Fig. 1 bis 5 bezeichnet sind.

X

Bei dieser dritten Ausführungsform besteht der einzige Unterschied zur baulichen Ausbildung gemäß der ersten Ausführungsform darin, daß zwei Kühlgebläse 120a und 120b mit je einer Abtriebswelle 122a, 122b eines eigenen E-Motors 121a und 121b vorgesehen sind. Demgemäß sind auch zwei Schaltrelais 125a sowie 125b vorhanden, die jeweils die Energiezufuhr zu einem zugeordneten E-Motor 121a bzw. 121b steuern und ihrerseits wieder durch vom Steuergerät 48 zugeführte elektrische Signale geschaltet werden.

Bei dieser Ausführungsform ist das Kühlgebläse 120a das größere (Primärgebläse), während das Kühlgebläse 120b das kleinere ist (Sekundärgebläse). Ferner sind die Eigenschaften des Steuergeräts 48 in bezug auf die Art der Zufuhr von Steuersignalen zu den fünf Steuerventilen 13, 19, 22, 25 und 28 entsprechend den von den Temperaturfühlern 49a sowie 49b gelieferten Signalen dieselben wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform, während naturgemäß Unterschiede in bezug auf die Zufuhr von elektrischen Betätigungssignalen zu den Schaltrelais 125a und 125b bestehen.

Im einzelnen steuert das Steuergerät 48 auf der Grundlage der vom Block-Kühlmittelfühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels die Tätigkeit der Schaltrelais 125a und 125b derart, daß die Gebläsemotoren 121a und 121b in der folgenden Weise betrieben werden:

- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels geringer ist als die sog. Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wie zuvor der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von 80°C gleich oder etwas höher als diese sein kann, z.B. 90°C, dann hält das Steuergerät 48 die Schaltrelais 125a, 125b im AUS-Zustand, so daß kein Strom hindurchfließen kann und somit die Gebläse 120a, 120b nicht betrieben werden;

X

- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur höher als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, jedoch niedriger ist als die o.a. Motorüberhitzungstemperatur von wiederum beispielsweise 95°C und wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels geringer ist als die sog. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wiederum wesentlich niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C, also beispielsweise 50°C ist, dann bewirkt das Steuergerät ebenfalls den AUS-Zustand der beiden Schaltrelais 125a und 125b, womit jeglicher Stromdurchgang unterbunden wird und die Gebläse 120a, 120b stillstehen;
- ist die vom Fühler 49a festgestellte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bringt das Steuergerät 48 nur das Schaltrelais 125a in den AN-Zustand, womit nur dem Primär-E-Motor 121a Strom zugeführt und deshalb allein das Primärgebläse 120a betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 kommenden Kühlmittels höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur, dann bringt das Steuergerät 48 unter der Voraussetzung, daß auch die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel austretenden Kühlmittels höher ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, beide Schaltrelais 125a und 125b in die AN-Stellung, so daß beide Kühlgebläse 120a, 120b in Betrieb gesetzt werden;
- ist dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 kommenden Kühlmittels geringer als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann schaltet das Steuergerät 48 beide Schaltrelais 125a und 125b in den AUS-Zustand, so daß keines der Kühlgebläse 120a, 120b betrieben wird.

Damit wurde der Aufbau der dritten Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine be-

X

schrieben. Das Verfahren, nach dem diese Ausführungsform arbeitet, ist dem Verfahren, das zur ersten Ausführungsform beschrieben wurde, weitgehend gleichartig. Die Ausnahme liegt darin, daß während des Kühlgebläsebetriebs bei normalem Motorbetrieb, wobei die verschiedenen Steuerventile zur Schaffung von zwei getrennten Kühlkreisläufen für den Zylinderkopf 2 bzw. -block 3, wie Fig. 3 mit Bezug auf die erste Ausführungsform schematisch zeigt, gesteuert werden, nur das Primärgebläse 120a betrieben wird, womit ein weniger starker Kühleffekt am Kühler 15 geboten wird. Während des sog. Motorüberhitzungsbetriebs, in dem die verschiedenen Steuerventile so eingestellt werden, daß zwei Verbund- oder Mischkühlkreisläufe für den Zylinderkopf 2 und -block 3 gebildet werden, wie die Fig. 4 für das erste Verfahrensbeispiel schematisch zeigt, werden sowohl das Primärgebläse 120a wie auch das Sekundärgebläse 120b eindeutig und mit Sicherheit betrieben, so daß für den Kühler 15 eine stärkere Kühlwirkung erhalten wird. Wie im Fall der zweiten Ausführungsform ist das in Bezug auf eine Verbesserung der Wirkung des Kühlers 15 im Zerstreuen der Hitze während des Überhitzungszustandes des Motors 1 von Nutzen und Vorteil, da das diesen durchfließende Kühlmittel stärker gekühlt und die Überhitzungssituation am Motor wirksam beherrscht wird. Weitere Einzelheiten dieser dritten Ausführungsform ergeben sich für den Fachmann aus der obigen Erläuterung und einer Analogie mit der ersten und/oder zweiten Ausführungsform.

In Fig. 7 ist in zu den Fig. 1, 5 und 6 gleichartiger Weise eine vierte bevorzugte Ausführungsform für ein Kühlsystem einer Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung dargestellt. Auch in dieser Fig. 7 sind zu den Fig. 1 bis 6 entsprechende Bauelemente mit denselben Bezugszahlen bezeichnet.

X

Der einzige bauliche Unterschied dieser vierten gegenüber der ersten Ausführungsform liegt darin, daß das Kühlgebläse 120 nicht von einem E-Motor, sondern von einer mit seiner Antriebswelle 127 verbundenen Elektromagnetkupplung 128, die von bekannter Bauart sein kann, getrieben wird. Eingangsseitig ist die EM-Kupplung 128 an die Kurbelwelle 30 des Motors 1 angeschlossen, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 7 angedeutet ist. Wenn bei dieser vierten Ausführungsform das Schaltrelais 125 vom Steuergerät 48 in die AN-Stellung gebracht wird, so wird die EM-Kupplung 128 erregt, womit sie die Drehung der Kurbelwelle 30 auf die Welle 127 des Kühlgebläses 120 überträgt. Das Steuergerät 48 entspricht in diesem Fall exakt in seiner Ausgestaltung dem Steuergerät, das bei der ersten Ausführungsform zur Anwendung kommt. Somit werden Einzelheiten für das Arbeiten der vierten Ausführungsform aus den bereits gegebenen Erläuterungen und in Analogie zur ersten Ausführungsform klar.

In einer zu den Fig. 1, 5, 6 und 7 weitgehend gleichartigen Weise zeigt die Fig. 8 eine fünfte bevorzugte Ausführungsform für ein Kühlsystem einer Brennkraftmaschine sowie ein fünftes Ausführungsbeispiel für ein Kühlverfahren gemäß der Erfindung. Zu den vorherigen Ausführungsformen (Fig. 1 bis 7) gleiche Bauelemente sind wiederum mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet.

Bei dieser fünften Ausführungsform sind die konstruktiven Unterschiede zur ersten Ausführungsform recht beträchtlich, da hier ein Mikrocomputer zur Steuerung des Kühlsystems nicht erforderlich ist. Die Ventile, die der Steuerung des Kühlmittelflusses bei dieser fünften Vorrichtung dienen, sind zu einer temperaturempfindlichen Steuerventilgruppe 50 zusammengefaßt und werden, wie aus der folgenden Beschreibung deutlich wird, unmittelbar durch auf Wärme ansprechende Stellglieder ohne jegliche elektrische Steuerung betätigt. Die Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch die Ventilgruppe 50, die

X

anderen Bauelemente des Kühlsystems, des Motors 1 u. dgl. sind schematisch dargestellt.

Das Gehäuse der Steuerventilgruppe 50 besteht aus einem Ventilblock 51 und einem mit diesem zusammengepaßten Mantel 52. Innerhalb des Gehäuses sind fünf Ventilkammern 54a, 54b, 55, 56 und 57 abgegrenzt. Ein Kanal 58 führt von der Ventilkammer 54a zur Außenseite, während eine Ventilöffnung 84 die Ventilkammer 54a mit der Ventilkammer 57 verbinden kann. Eine weitere Ventilöffnung 74 stellt eine Verbindung zwischen den Ventilkammern 54a und 55 her. Von der Ventilkammer 54b führt ein Kanal 63 zur Außenseite, während eine Ventilöffnung 62 diese Kammer 54b mit der Ventilkammer 57 verbinden kann. Eine weitere Ventilöffnung 67 ist zwischen der Kammer 54b und der Ventilkammer 56 vorgesehen. Von der Ventilkammer 57 führt ein Kanal 61 zur Außenseite, ein weiterer Kanal 59 führt von der Kammer 57 zur Außenseite und noch ein Kanal 60 führt von der Ventilkammer 56 ebenfalls zur Außenseite. Zwischen den Ventilkammern 55 und 56 befindet sich eine weitere Ventilöffnung 70. Zwei Ventil-Stellantriebe 64 und 78 mit insgesamt fünf Ventiltellern oder Absperrgliedern sind zur Steuerung der fünf Ventilöffnungen 84, 74, 62, 67 und 70 vorgesehen.

Der Ventil-Stellantrieb 64 umfaßt einen rohrförmigen Topf 66, an dem ein Ventilteller 68 fest angebracht ist, der mit der Ventilöffnung 67 zwischen den Kammern 54b und 56 zusammenarbeitet, indem er sich in diese Öffnung 67 von unten her (in Fig. 8) annähert oder von dieser sich wegbewegt, um somit in ausgewählter Weise die Ventilöffnung 67 zu verschließen oder zu öffnen. Ferner ist ein mit dem Topf 66 einstückig gestaltetes Nadelführungsglied 69 vorgesehen, an dem ein Ventilteller 71 fest angebracht ist, der mit der Ventilöffnung 70 zwischen den Kammern 55 und 56 zusammenwirkt, um diese nach Wahl durch Annäherung an diese von oben (in Fig.8)

X

zu verschließen oder durch Wegbewegen von dieser zu öffnen. Das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 und den Ventiltellern 68 sowie 71 bestehende verbundene Bauteil steht unter dem aufwärts (in Fig. 8) gerichteten Druck einer Schraubendruckfeder 76, die also in der Richtung eines Schließens der Ventilöffnung 67 durch den Ventilteller 68 und eines Öffnens der Ventilöffnung 70 durch den Ventilteller 71 wirkt.

In das Nadelführungsglied 69 ist eine Ventalnadel 72 verschiebbar eingefügt, und zwischen dem Ende der Ventalnadel 72 sowie dem unteren (in Fig. 8) geschlossenen Ende des Nadelführungsgliedes 69 ist eine Kammer bestimmt, in der eine Masse 73 eines unter Wärme sich ausdehnenden Materials, z.B. eine Art von an sich bekanntem Thermowachs, aufgenommen ist. Am (in Fig. 8) oberen Ende der Ventalnadel 72 ist ein Ventilteller 75 befestigt, der mit der Ventilöffnung 74 zwischen den Kammern 54a und 55 zusammenarbeitet, indem er von deren (in Fig. 8) Oberseite her zu ihrem Schließen herangeführt oder von der Oberseite der Öffnung 74 zum Öffnen weg bewegt wird. Dieser Ventilteller 75 steht unter einem (in Fig. 8) abwärts gerichteten Druck einer Schraubendruckfeder 77, die gegen ein am Hauptteil der zusammengesetzten Steuerventilgruppe 50 befestigtes Bauglied anliegt, so daß sie bestrebt ist, die Öffnung 74 mittels des Ventiltellers 75 zu verschließen.

Dieses wärmeempfindliche Stellglied 65 spricht auf die Temperatur des in der Ventilkammer 56 enthaltenen Kühlmittels an, und der Druck innerhalb der Kammer des Nadelführungsglieds 69, der durch die thermische Dehnung der Wachsmasse 73 erzeugt wird, wird groß genug, um das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 und den Ventiltellern 68 sowie 71 bestehende verbundene Bauteil (in Fig. 8) abwärts gegen die Kraft der Feder 76 zu drücken und im wesentlichen gleichzeitig den Ventilteller 75 gegen die Kraft der Feder 77 aufwärts

X

zu bewegen, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Ventilkammer 56 über die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z. B. 80°C ansteigt, die dieser Temperatur bei den zuerst abgehandelten vier Ausführungsformen entspricht.

Ferner umfaßt der Ventil-Stellantrieb 78 ein wärmeempfindliches Stellglied 79 mit einem rohrförmigen Topf 80, an dem über eine Stange 81 ein Ventilteller 82 befestigt ist, der mit der Ventilöffnung 62 zwischen den Ventilkammern 54b und 57 zusammenwirkt, um in ausgewählter Weise durch Heranführen an diese Öffnung 62 von oben (in Fig. 8) diese zu verschließen oder durch Wegbewegen von der Öffnung 62 diese zu öffnen. An einem am Topf 80 einstückig angebrachten Nadelführungsglied 83 ist ein Ventilteller 85 befestigt, der mit der Ventilöffnung 84 zwischen den Ventilkammern 54a und 57 zusammenarbeitet, indem er in ausgewählter Weise zum Schließen dieser Öffnung 84 von unten (in Fig. 8) an diese herangeführt oder zum Öffnen dieser von ihr weg bewegt wird. Das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 sowie den Ventiltellern 82 und 85 zusammengesetzte Bauteil wird von einer Schraubendruckfeder 89 aufwärts (in Fig. 8) gedrückt, d.h. in der Richtung, in der der Ventilteller 82 die Ventilöffnung 62 freigibt und der Ventilteller 85 die Öffnung 84 schließt.

Im Nadelführungsglied 83 ist eine Ventilnadel 86 verschiebbar angeordnet, und in der zwischen dem Ende dieser Ventilnadel 86 sowie dem geschlossenen unteren Ende des Nadelführungsglieds 83 abgegrenzten Kammer ist eine Masse 88 aus unter Wärme sich ausdehnendem Material, wie z.B. an sich bekanntes Thermowachs, aufgenommen. Das (in Fig. 8) obere Ende der Ventilnadel 86 ist an einem Ventilkäfig 87 befestigt, der seinerseits am Gehäuse der Steuerventilgruppe 50 fest angebracht ist. Wenn sich die Thermowachsmasse 88 im Ansprechen auf die Temperatur des Kühlmittels in der Ventilkammer

X

57 ausreichend ausdehnt, so drückt sie die Ventalnadel 86 aus dem Führungsglied 83 heraus und bewegt unter Überwindung der Kraft der Feder 89 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 sowie den Ventiltellern 82, 85 gebildete Bauteil (in Fig. 8) abwärts, d.h. in der Richtung, in der der Ventilteller 82 zum Schließen der Ventilöffnung 62 und der Ventilteller 85 zum Freigeben der Öffnung 84 bewegt werden.

Das wärmeempfindliche Stellglied 79 spricht auf die Temperatur des in der Ventilkammer 57 enthaltenen Kühlmittels an. Der in der Kammer im Nadelführungsglied 83 durch die Wärme- dehnung der Wachsmasse 88 erzeugte Druck wird groß genug, um das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82, 85 zusammengesetzte Bauteil abwärts (in Fig. 8) gegen die Kraft der Feder 89 zu drücken, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Ventilkammer 57 die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C, die der Überhitzungstemperatur bei den zuvor erläuterten vier Ausführungs- formen entspricht, übersteigt. Gemäß einem besonderen Merkmal dieser fünften Ausführungsform ist dafür gesorgt, daß diese Umschaltung des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 bei der Motorüberhitzungstemperatur nicht plötzlich erfolgt, sondern allmählich über einen bestimmten Temperaturbereich abläuft, wobei das Stellglied 79 die Ventilteller 82 und 85 langsam fortschreitend mit Ansteigen der Temperatur des Kühlmittels in der Ventilkammer 57 über die Motorüberhitzungstemperatur abwärts (in Fig. 8) bewegt.

Die Steuerventilgruppe 50 ist über die nach außen führenden Kanäle mit dem Kühlsystem in der folgenden Weise verbunden:
- der zur Ventilkammer 54a sich öffnende Kanal 58 ist über eine Leitung 90 mit dem Eintrittsverteiler 15a des Kühlers 15 verbunden;

X

- der mit der Ventilkammer 55 in Verbindung stehende Kanal 59 ist über eine Leitung 91 an den Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 angeschlossen;
- der mit der Ventilkammer 56 verbundene Kanal 60 ist über eine Leitung 92 an die Saugseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises angeschlossen;
- der zur Ventilkammer 57 sich öffnende Kanal 61 ist über eine Leitung 93 mit dem Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 verbunden;
- der mit der Ventilkammer 54b in Verbindung stehende Kanal 63 ist über die aufeinanderfolgenden Leitungen 94 und 95 mit der Saugseite der Umwälzpumpe 10 für den Kopfkreis verbunden, und ferner führt vom Verbindungspunkt der Leitungen 94, 95 eine Leitung 96 zum Austrittssammler 15b des Kühlers 15.

Der Kühler 15 wird in ausgewählter Weise mit einem Zug von Kühlluft durch ein Kühlgebläse 120 versorgt, das auf der Abtriebswelle 122 eines E-Motors 121 befestigt ist. Diese Anordnungen sind zu denjenigen der ersten, in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Ausführungsform gleichartig. Jedoch ist die Art der wahlweisen Zufuhr von elektrischer Energie zum E-Motor 121 bei der fünften Ausführungsform andersartig. Dem E-Motor 121 wird Energie von der Fahrzeugbatterie 123 über eine Serienschaltung des Zündschalters 124 mit einem AN/AUS-Schaltrelais 130 und einem AN/AUS-Schaltrelais 131 zugeführt. Ein Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a liefert ein elektrisches Ausgangssignal, das für die Temperatur des sein Fühlelement umgebenden Kühlmittels kennzeichnend ist, und dieser Fühler 132a ist in die Leitung 91 nahe ihrer Anschlußstelle an den Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 eingesetzt. Ein gleichartiger Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a liegt in der Leitung 93 nahe deren Anschluß an den Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5.

X

Die von diesen beiden Fühlern 132a und 133a abgegebenen Ausgangssignale werden jeweils an elektrische Regler 132 und 133 gelegt, die hier nur in bezug auf ihre Funktion erläutert werden, nicht in bezug auf ihre Konstruktion, da hierfür verschiedenartige Möglichkeiten bestehen, die dem Fachman auf Grund der folgenden Erläuterung geläufig sind.

Diese Regler 132, 133 haben bei der in Rede stehenden Ausführungsform die folgenden Betriebsmerkmale. Dem Regler 132 wird an seinem Anschluß x von der Batterie 123 Spannung zugeführt, die zum Anschluß y geleitet wird, um das Schaltrelais 130 in die AN-Stellung zu bringen, wenn und nur wenn das dem Anschluß z vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a zugeführte Signal eine Kühlmitteltemperatur am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 kennzeichnet, die gleich der oder höher ist als die o.a. Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C oder einen bestimmten, etwas darüber liegenden Wert, beispielsweise 90°C, hat. Der Regler 133 empfängt an seinem Anschluß x die Spannung von der Batterie 123, die zum Anschluß y übertragen wird, um das Schaltrelais 131 in den AN-Zustand zu bringen, wenn und nur wenn das am Anschluß z zugeführte Signal vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a für eine Temperatur des am Auslaß 9 vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels kennzeichnend ist, die gleich oder höher als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C ist.

Die das Heizaggregat 34 betreffende Anordnung ist die gleiche wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen, so daß eine weitere Erläuterung unterbleiben kann.

Die Art und Weise, in der die oben im Hinblick auf ihre konstruktive Ausbildung beschriebene fünfte bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine das Kühlverfahren gemäß der Erfindung verwirklicht, wird nachfolgend erläutert.

X

Die Fig. 8 zeigt die Stellung der verschiedenen Steuerventile in dem Betriebszustand des Motors, in dem dieser noch nicht ganz warmgelaufen ist, d.h., in dem die Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, unter der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C liegt. In diesem Zustand stellen, wie Fig. 8 zeigt und oben gesagt wurde, die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu den zugeordneten Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 und 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 ist geschlossen, so daß die Verbindung zwischen den Kammern 54b und 56 abgesperrt ist;
- die Ventilöffnung 70 ist offen, womit die Kammern 55 und 56 verbunden sind;
- Ventilöffnung 74 ist geschlossen, so daß zwischen den Kammern 54a und 55 keine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 62 ist offen, womit zwischen den Kammern 54b und 57 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 84 ist geschlossen, so daß die Kammern 54a und 57 voneinander getrennt sind.

Ferner führt, wie gesagt wurde, der elektrische Regler 133 seinem Anschluß y keine Spannung zu, so daß das Schaltrelais 131 im AUS-Zustand ist und das Gebläse 120 nicht betrieben werden kann.

Somit durchfließt das an der Druckseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises ausgeführte Kühlmittel in der folgenden Reihenfolge den Einlaß 6, den Kopf-Kühlmantel 4, den Auslaß 7, die Leitung 91, wobei es am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbeifließt, den Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 55, die Ventilöffnung 70, die Ventilkammer 56, den Kanal 60, die Leitung 92, die Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises, den Einlaß 8, den Block-Kühlmantel 5, den Auslaß 9, die Leitung 93,

X

wobei es am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbeifließt, den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 57, die Ventilöffnung 62, die Ventilkammer 54b, den Kanal 63, die Leitung 94 und die Leitung 95 zum Wiedereintritt an der Saugseite der Umwälzpumpe 10. In diesem Betriebszustand sind also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in einem Kreislauf hintereinandergeschaltet, in dem auch die Umwälzpumpen 10 und 11 in Serie liegen, und das Kühlmittel wird durch den Kopf- sowie Block-Kühlmantel 4, 5 und zurück zum Kopf-Kühlmantel 4 umgewälzt, ohne durch den Kühler 15 zu fließen. Auch wird das Kühlgebläse 120 keinesfalls in Betrieb gesetzt.

Das bedeutet, daß wie bei der ersten Ausführungsform während dieses Warmlauf-Betriebszustandes des Motors die durch die Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 an den Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell und unmittelbar zum Zylinderblock 3 überführt wird, womit der Aufwärmvorgang des Zylinderblocks 3 beschleunigt wird, was gegensätzlich ist zu einem Kühlsystem, bei dem vollkommen getrennte Kühlkreisläufe für den Zylinderkopf sowie -block vorgesehen sind. Damit wird die für das Warmlaufen des Motors benötigte Zeit herabgesetzt, während der Temperaturanstieg für das Schmiermittel, der stark von der Schnelligkeit, mit der der Zylinderblock aufgewärmt wird, abhängt, beschleunigt wird. Dadurch werden sowohl der Verschleiß an den mechanischen Teilen des Motors 1 wie auch die Erzeugung von Abgasemissionen vermindert.

Selbst wenn die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 5 über den Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 132a erfaßt wird, während des Warmlaufens höher werden sollte als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C, dann wird, da die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden

X

Kühlmittels noch niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C, das Kühlgebläse 120 mit Sicherheit nicht in Gang gesetzt, weil die Schaltrelais 130 und 131 hintereinander liegen. Ein solcher Betrieb wäre zu dieser Zeit selbstverständlich nutzlos, da kein Kühlmittel durch den Kühler 15 fließt, und demzufolge ist der Stillstand des Gebläses 120 sinnvoll und richtig.

Es soll nun der Fall betrachtet werden, wobei der Motor bereits vollkommen warmgelaufen ist, d.h., daß die vom Fühler 133a erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von beispielsweise 80°C. In diesem warmgelaufenen Zustand führt der Regler 133, wie oben gesagt wurde, mit Sicherheit seinem Anschluß y Spannung zu, so daß das Schaltrelais 131 in den AN-Zustand übergeht. Somit wird die AN/AUS-Steuerung des Kühlgebläses 120 allein vom Regler 132 bewirkt, und zwar je nachdem, ob die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels über oder unter der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C liegt oder nicht, da die Schaltrelais 130 und 131 in Serie geschaltet sind.

Es soll hier zuerst der Fall betrachtet werden, in dem die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a festgestellt wird, niedriger ist als die bestimmte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C. Im Übergang vom nicht völlig warmgelaufenen Betriebszustand zu diesem Zustand zwingt, wie gesagt wurde, die Ausdehnung der Thermowachsmasse 73 des wärmempfindlichen Stellglieds 65 das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 sowie den Ventiltellern 68, 71 zusammengefügte Bauteil (in Fig. 8) entgegen der Kraft der Feder 76, die überwunden wird, abwärts und drückt den Ventilteller 75 unter Überwindung der von der Feder 77 ausgeübten Gegenkraft aufwärts.

X

Damit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu ihren zugeordneten Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 sowie 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird geöffnet, womit die Kammern 54b und 56 verbunden werden;
- die Ventilöffnung 70 wird geschlossen, so daß die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird geöffnet, womit zwischen den Kammern 54a und 55 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 62 wird geöffnet, womit die Kammern 54b und 57 verbunden sind;
- die Ventilöffnung 84 wird geschlossen, so daß die Kammern 54a und 57 gegeneinander abgesperrt sind.

Somit wird das von der Kühlmittelpumpe 10 des Kopf-Kreises an ihrer Druckseite ausgeforderte Kühlmittel in der folgenden Reihenfolge die Bauelemente durchfließen: den Einlaß 6, den Kopf-Kühlmantel 4, den Auslaß 7, die Leitung 91, wobei es am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbeiströmt, den Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilöffnung 74, die Ventilkammer 54a, den Kanal 58, die Leitung 90, den Kühler 15, die Leitung 96 und die Leitung 95, womit es zur Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises zurückgeführt wird.

Andererseits wird das auf der Druckseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises ausgeforderte Kühlmittel die Bauteile in der folgenden Reihenfolge durchfließen: den Einlaß 8, den Block-Kühlmantel 5, den Auslaß 9, die Leitung 93, wobei es am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbeifließt, den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 57, die Ventilöffnung 62, die Ventilkammer 54b, die Ventilöffnung 67, die Kammer 56, den Kanal 60 und die Leitung 92, über die es zur Saugseite der Umwälzpumpe 11 gelangt.

X

In diesem Betriebszustand liegen also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei unabhängigen Kreisen, durch die das Kühlmittel mit Hilfe der Pumpen 10 und 11 umgewälzt wird, wobei in den Kühlmittelkreis, der dem Kopf-Kühlmantel 4 zugeordnet ist, auch der Kühler 15 in Reihe eingeschaltet ist, während der Block-Kühlmittelkreis den Kühler nicht mit einschließt. Ferner tritt zu diesem Zeitpunkt keine nennenswerte Strömung durch die Leitung 94 und damit kaum eine Mischung der beiden unabhängigen Kühlmittelkreise auf, da diese Kreise miteinander nur an einer Stelle - nämlich der Leitung 94 - miteinander Verbindung haben.

Wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen bedeutet das, daß während des Betriebszustandes mit warmgelaufenem Motor die durch die Verbrennung in den Brennräumen des Motors 1 an den Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell sowie unmittelbar durch Übertragung zum Kühler 15 abgeführt und demzufolge der Zylinderkopf 2 stark gekühlt wird; andererseits wird zu diesem Zeitpunkt die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nicht durch irgendeine Kühlwirkung des Kühlers 15 zerstreut. Insofern wird der Zylinderkopf 2 sehr kühl gehalten, was den mechanischen Oktanwert des Motors 1 erhöht, d.h. dazu beiträgt, sein Klopfen zu verhindern. Andererseits kann der Zylinderblock recht heiß werden, und damit wird die Temperatur des Schmiermittels im Motor 1 auf einem hohen Wert gehalten, wodurch die Schmierung des Motors verbessert wird, der Verschleiß an dessen mechanischen Teilen herabgesetzt wird und die Reibungsverluste im Motor vermindert werden. Somit werden auch durch dieses Kühlsystem und -verfahren die Motorleistung sowie die Kraftstoffwirtschaftlichkeit in vorteilhafter Weise gesteigert, wobei zugleich die Qualität der Abgasemissionen verbessert wird.

X

Wenn während des Betriebs mit warmgelaufenem Motor die vom Fühler 132a ermittelte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels höher wird als die o.a. Kopfkühlmittel- Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C, dann wird das Kühlgebläse 120 durch den Regler 132 betätigt, der die Spannung an seinen y-Anschluß legt, womit das Schaltrelais 130 geschlossen wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung scharf und beträchtlich erhöht, womit das den Zylinderkopf 2 durchfließende Kühlmittel und dieser selbst heruntergekühlt werden. Wenn aber nun die vom Fühler 132a festgestellte Temperatur des am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 austretenden Kühlmittels geringer wird als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Gebläse 120 durch den Regler 132 stillgesetzt, der keine Spannung an seinen Anschluß y legt, womit das Schaltrelais 130 geöffnet wird und demzufolge die durch den Kühler 15 gebotene Kühlwirkung scharf sowie wesentlich vermindert wird, womit das den Zylinderkopf 2 durchströmende Kühlmittel und dieser selbst wieder aufwärmen können. Durch diesen Rückkopplungsvorgang kann - wie bei den anderen Ausführungsformen - erwartet werden, daß während eines derartigen Betriebs des Motors 1 die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des den Kopf-Kühlmantel 4 verlassenden Kühlmittels im wesentlichen gleich der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C eingehalten wird.

Es sei nun angenommen, daß die vom Fühler 133a erfaßte Temperatur des aus dem Zylinderblock 3 austretenden Kühlmittels beginnt, über die oben festgesetzte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C anzusteigen, was leicht geschehen kann, da der Zylinderblock 3 insgesamt während der oben beschriebenen Betriebsweise des Kühlsystems nicht wesentlich gekühlt wird, und das zeigt die beginnende Überhitzung des Motors 1 an. Am Übergang zu diesem Zustand aus dem nicht überhitzten

X

Betriebszustand des Motors wird durch die Wärmedehnung der Wachsmasse 88 des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82 sowie 85 bestehende Bauteil teilweise - jedoch nicht vollständig - abwärts (in Fig. 8) gedrückt, wobei die Gegenkraft der Feder 89 überwunden wird. Damit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu ihren jeweiligen Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 sowie 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird geöffnet, so daß die Ventilkammern 54b und 56 miteinander verbunden sind;
- die Ventilöffnung 70 wird geschlossen, womit die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird geöffnet, womit eine Verbindung zwischen den Kammern 54a und 55 hergestellt wird;
- die Ventilöffnung 62 wird teilweise geöffnet, so daß nur eine eingeschränkte Verbindung zwischen den Kammern 54b und 57 ermöglicht wird;
- die Ventilöffnung 84 wird teilweise geöffnet, so daß eine beschränkte Verbindung zwischen den Kammern 54a und 57 hergestellt wird.

In diesem Fall wird das vorher erläuterte Strömungsschema, wobei ein den Kopf-Kühlmantel 4 und die Kühlmittel-Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises sowie den Kühler 15 einschließender Kühlmittelkreis und ein anderer, den Block-Kühlmantel 5 sowie die Blockkühlmittel-Umwälzpumpe 11 - jedoch nicht den Kühler 15 - umfassender Kühlmittelkreis gebildet werden, teilweise beibehalten, jedoch beginnt auch eine gewisse Mischung des durch diese beiden Kreise fließenden Kühlmittels einzutreten, indem ein gewisser Anteil des vom Auslaß 9 am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbei und durch die Leitung 93 sowie den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50 eintretenden Kühlmittels nun über die Ventilöffnung 84 in

X

die Ventilkammer 54a abgelenkt wird, so daß dieser Anteil mit dem aus dem Kopf-Kühlmantel 4 kommenden, am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbei sowie durch die Leitung 91, durch den Kanal 59, durch die Ventilkammer 55, durch die Ventilöffnung 74 in die Ventilkammer 54a geführten Kühlmittel in dieser Kammer 54a gemischt wird. Entsprechend dieser Mischströmung von Kühlmittel aus dem Block-Kühlkreis, die von der Kammer 54a über den Kanal 58 sowie die Leitung 90 zum Kühler 15 und durch diesen geführt wird, wird eine Rückströmung von Kühlmittel durch die vom Kühler 15 ausgehende Leitung 96 in die Leitung 94 sowie in den Kanal 63 der Steuerventilgruppe 50 abgelenkt, in dem eine Mischung mit dem durch die Ventilöffnung 62 eintretenden Strom des Kühlmittels erfolgt, das dann durch die Ventilöffnung 67, die Kammer 56, den Kanal 60 sowie die Leitung 92 fließt, um zur Saugseite der Kühlmittelpumpe 11 des Blockkreises zurückgeführt zu werden. Somit sind in diesem Betriebszustand der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei teilweise unabhängige Kühlkreise einbezogen, durch die das Kühlmittel jeweils von der Kopfkreis-Kühlmittelpumpe 10 und von der Blockkreis-Kühlmittelpumpe 11 umgewälzt wird, wobei im ersten Kühlkreis der Kopf-Kühlmantel 4 und der Kühler 15 in Reihe geschaltet sind, während im zweiten Kühlkreis der Block-Kühlmantel - nicht jedoch der Kühler 15 - liegt, aber ein gewisses Mischen zwischen dem im ersten sowie dem im zweiten Kühlkreis umgewälzten Kühlmittel erfolgt. Somit wird ein Teil des durch den Block-Kühlmantel 5 und die zugeordnete Pumpe 11 umgewälzten Kühlmittels gekühlt, indem dieser Teil durch den Kühler 15 geführt wird.

Das bedeutet, daß während des beginnenden Überhitzungsbetriebszustandes des Motors, d.h., wenn der Motor 1 angefangen hat, überhitzt zu werden, der Überhitzungszustand aber noch nicht bis zu diesem Punkt fortgeschritten ist, an dem der Ventil-Stellantrieb 78 vollkommen umgeschaltet hat, die

X

an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nun teilweise durch die Kühlwirkung des Kühlers 15 zerstreut wird. Insofern ist davon auszugehen, daß der Zylinderblock 3 beginnt, allmählich abgekühlt zu werden, und es kann angenommen werden, daß diese maßvolle Bemühung hinsichtlich einer Abkühlung des Zylinderblocks 3 angemessen ist, den Anstieg in der Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, in Grenzen zu halten, und dazu führt, daß die Temperatur ohne ein weiteres Ansteigen geringer wird als die bewußte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C. Wenn das so ist, dann wird das Kühlsystem in den vorher festgelegten Zustand eines nicht-überhitzten Betriebs zurückkehren.

Während dieses einsetzenden Überhitzungsbetriebszustandes des Motors ist zu erwarten, daß die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels naturgemäß höher sein wird als die erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und demzufolge wird das Kühlgebläse 120 vom Regler 132 durch Schließen des Schaltrelais 130 in Gang gesetzt. Folglich wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlung auf ihren hohen Wert gebracht, womit das den Kopf-Kühlmantel 4 durchströmende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 durchfließende Kühlmittel und der Zylinderblock 3 so schnell wie möglich heruntergekühlt werden. Wenn jedoch die vom Kopfkühlmitteltemperaturfühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels geringer ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Regler 132, der das Schaltrelais 130 öffnet, nicht in Gang gesetzt. Das wird jedoch kein besonderes Problem aufwerfen, weil für den Block-Kühlkreis in jedem Fall eine gute Kühlwirkung geboten wird, was auf die kühle Temperatur des im Kopf-Kühlkreis umlaufenden

X

Kühlmittels, mit dem das des Block-Kühlkreises gemischt wird, zurückzuführen ist.

Es wird nun der Fall betrachtet, wobei die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a festgestellte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 kommenden Kühlmittels sich ziemlich stark über die festgesetzte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C angehoben hat, d.h., es ist davon auszugehen, daß die oben beschriebene maßvolle Bemühung im Hinblick auf eine Abkühlung des Zylinderblocks 3 nicht ausreichend gewesen ist, um den Anstieg der Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels zu beherrschen. In diesem Zustand wird, wie oben gesagt wurde, durch die Wärmedehnung der Thermowachsmasse 88 des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82, 85 bestehende Bauteil im maximalen Ausmaß gegen die Kraft der Feder 89, die restlos überwunden wird, abwärts (in Fig. 8) gedrückt. Somit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 in bezug auf ihre jeweiligen Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 und 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird weiterhin offengehalten, so daß zwischen den Kammern 54b und 56 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 70 bleibt geschlossen, womit die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird noch offengehalten, womit die Kammern 54a und 55 verbunden sind;
- die Ventilöffnung 62 wird nun vollkommen abgeschlossen, so daß jegliche Verbindung zwischen den Kammern 54b und 57 gesperrt ist;
- die Ventilöffnung 84 wird gänzlich geöffnet, so daß eine maximale Verbindung zwischen den Kammern 54a und 57 ermöglicht wird.

X

In diesem Fall fließt das vom Kopf-Kühlmantel 4 kommende Kühlmittel am Temperaturfühler 132a vorbei und über die Leitung 91 zum Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, dann durch die Ventilkammer 55, durch die Öffnung 74, durch die Kammer 54a, aus dem Kanal 58 in die Leitung 90, durch den Kühler 15 und durch die Leitungen 96 sowie 95 zurück zur Saugseite der Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises. Das aus dem Block-Kühlmantel 5 kommende Kühlmittel fließt am Temperaturfühler 133a vorbei durch die Leitung 93, durch den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, durch die Ventilkammer 57 sowie in ganzer Menge durch die Öffnung 84, worauf es in die Kammer 54a gelangt, in der es mit dem oben erläuterten Kopfkreis-Kühlmittelstrom gemischt wird, um anschließend durch den Kühler 15 geführt zu werden. Ein entsprechender Rückfluß von Kühlmittel findet über die Leitung 94, den Kanal 63, die Ventilkammer 54b, die Ventilöffnung 67, die Kammer 56 sowie den Kanal 60 zur Leitung 92 und damit zur Saugseite der Umwälzpumpe 11 des Blockkreises statt. Damit sind in diesem Betriebszustand die Kühlkreise für den Kopf-Kühlmantel 4 sowie den Block-Kühlmantel 5 vollständig verbunden, woraus folgt, daß das gesamte Kühlmittel, das durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe im Kreislauf umgewälzt wird, durch Führen durch den Kühler 15 gekühlt wird.

Das bedeutet, daß während dieses Not-Kühlbetriebszustandes für den Motor, d.h., wenn der Überhitzungszustand für eine längere Zeit als die kritische Überhitzungszeitdauer bestanden hat, die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze durch die Kühlwirkung des Kühlers 15 nun so schnell wie möglich abgeführt wird. Damit wird der Zylinderblock 3 eindeutig und sicher rasch sowie stark abgekühlt, und es ist praktisch gewährleistet, daß diese Kühlwirkung angemessen sein wird, um den Anstieg in der Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, zu beherrschen, und daß ein Absinken in der Temperatur unter

X

die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C bewirkt wird. Während dieses Not-Kühlbetriebszustandes wird naturgemäß, wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen, die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 132a erfaßt wird, höher sein als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb in typischer Weise das Kühlgebläse 120 vom Regler 132 durch Schließen des Schaltrelais 130 in Gang gesetzt wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung auf ihrem hohen Wert sein, womit das den Zylinderkopf-Kühlmantel 4 durchfließende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 durchfließende Kühlmittel sowie der Zylinderblock 3 so schnell wie möglich gekühlt werden; sollte das jedoch tatsächlich nicht der Fall sein, so folgen daraus, wie schon erläutert wurde, keine nachteiligen Wirkungen.

Die Erfindung offenbart somit ein System sowie ein Verfahren zur Kühlung einer Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf- sowie Zylinderblock-Kühlmantel hat. Hierbei steuert ein Regelungssystem eine Ventilanordnung zur Umwälzung eines Fluids durch ein Leitungsnetz, die Kühlmäntel und einen Kühler in verschiedenen Strömungsschemata. Wenn die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels niedriger ist als eine Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen vereinigten Leitungskreis, der den Kopf- sowie Block-Kühlmantel, nicht aber den Kühler umfaßt, und stellt das Kühlgebläse für den Kühler auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur und niedriger als eine über dieser liegende Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem zwei im wesentlichen getrennte Leitungskreise, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler, der andere nur den Block-Kühlmantel umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-

X

Kühlmantels höher als die Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen Leitungskreis, der sowohl den Kopf- als auch den Block-Kühlmantel und den Kühler umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels höher als eine Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann stellt das Regelungssystem, wenn die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels niedriger ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, das Kühlgebläse auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein, während bei über der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur liegender Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels das Regelungssystem die Gebläseleistung relativ stark einstellt.

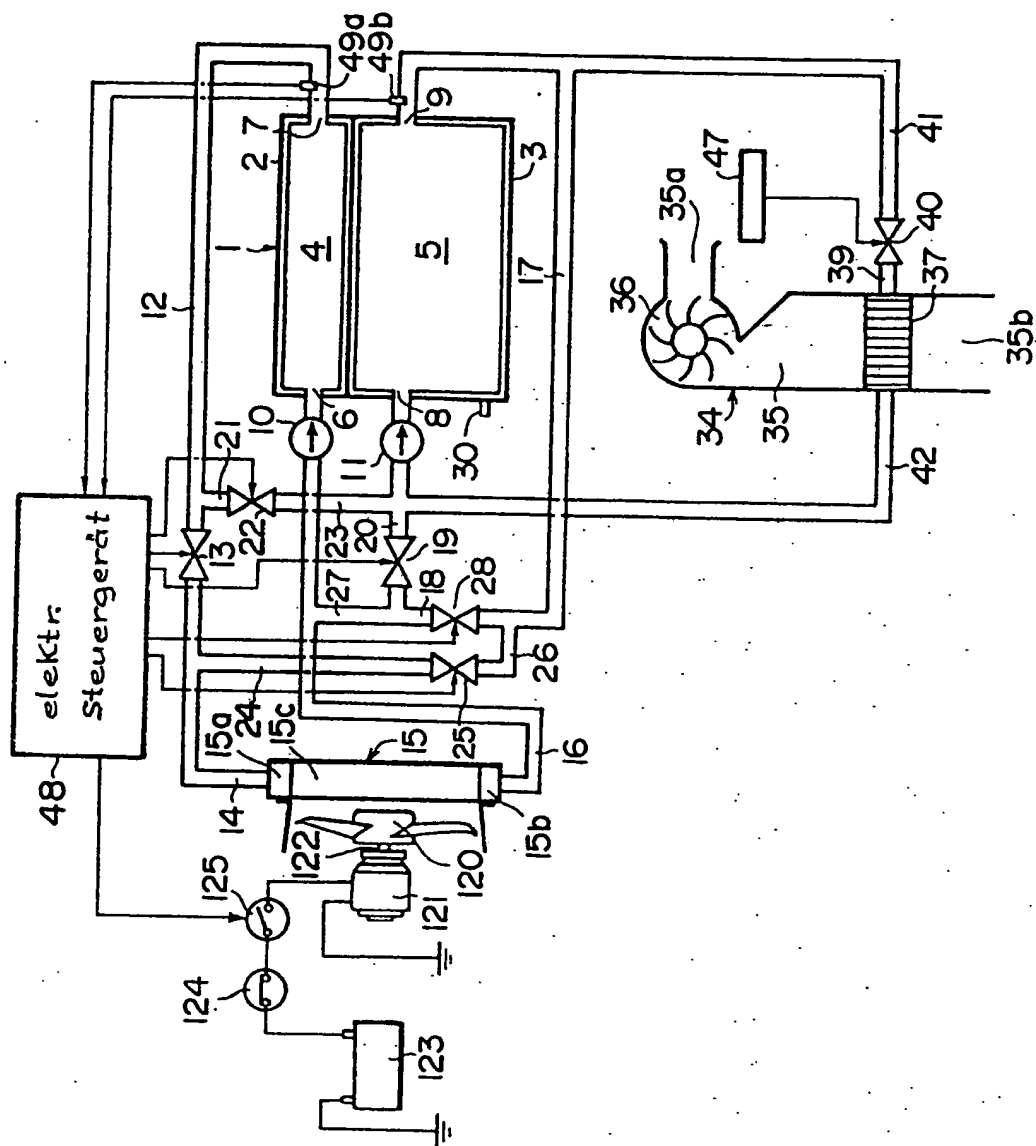
Die Erfindung ist unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen bzw. -beispiele für diese dargestellt und beschrieben worden, sie ist jedoch nicht darauf oder dadurch begrenzt, denn für den Fachmann dürften sich auf Grund der Offenbarung verschiedene Änderungen und Abwandlungen ergeben, die jedoch als im Rahmen der Erfindung liegend anzusehen sind.

X

- 69 -

- Leerseite -

FIG. 1

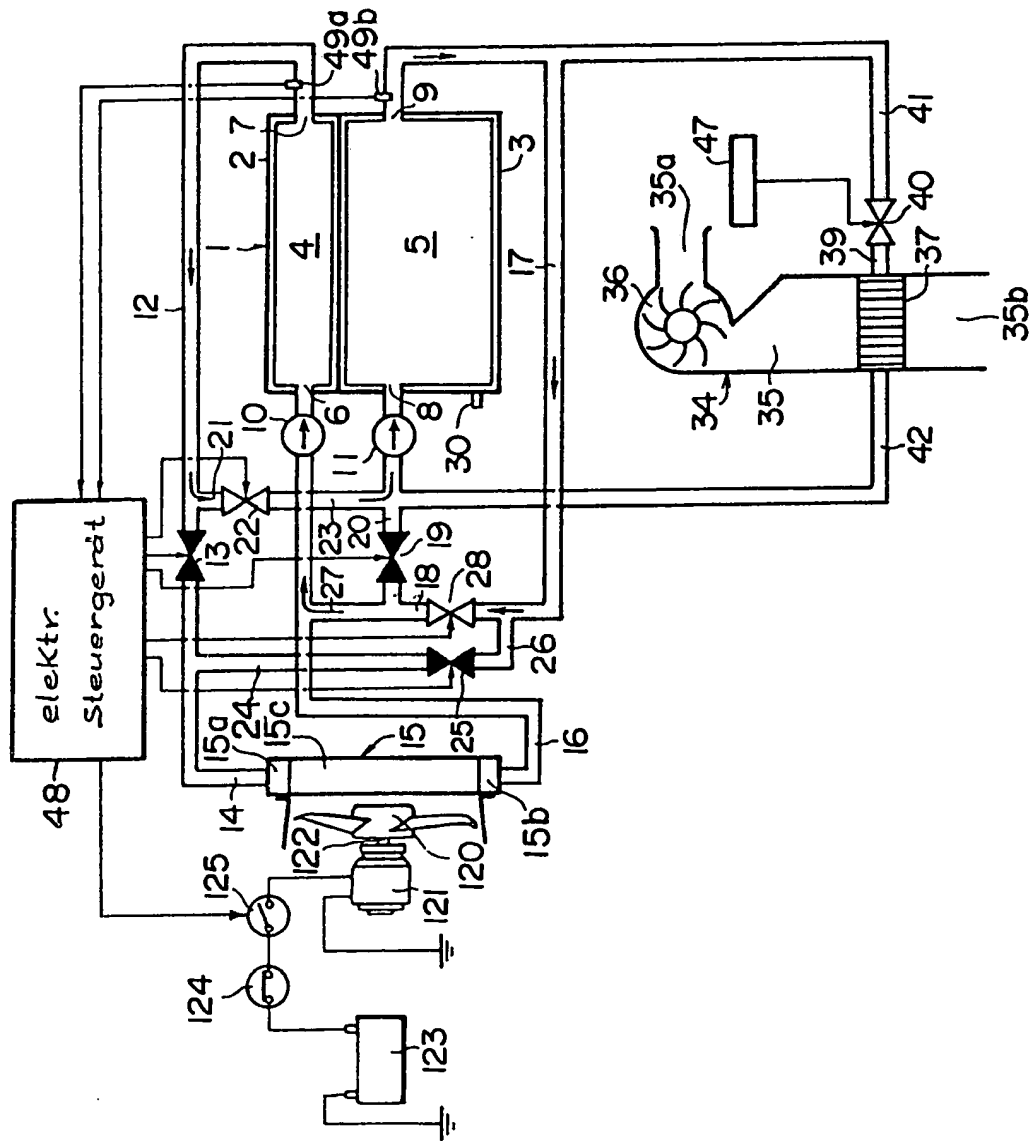


Nummer:
Int. Cl. 3:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

34 40 504
F 01 P 7/16
6. November 1984
5. Juni 1985

X

FIG. 2



05.11.04

3440504

172

FIG. 4

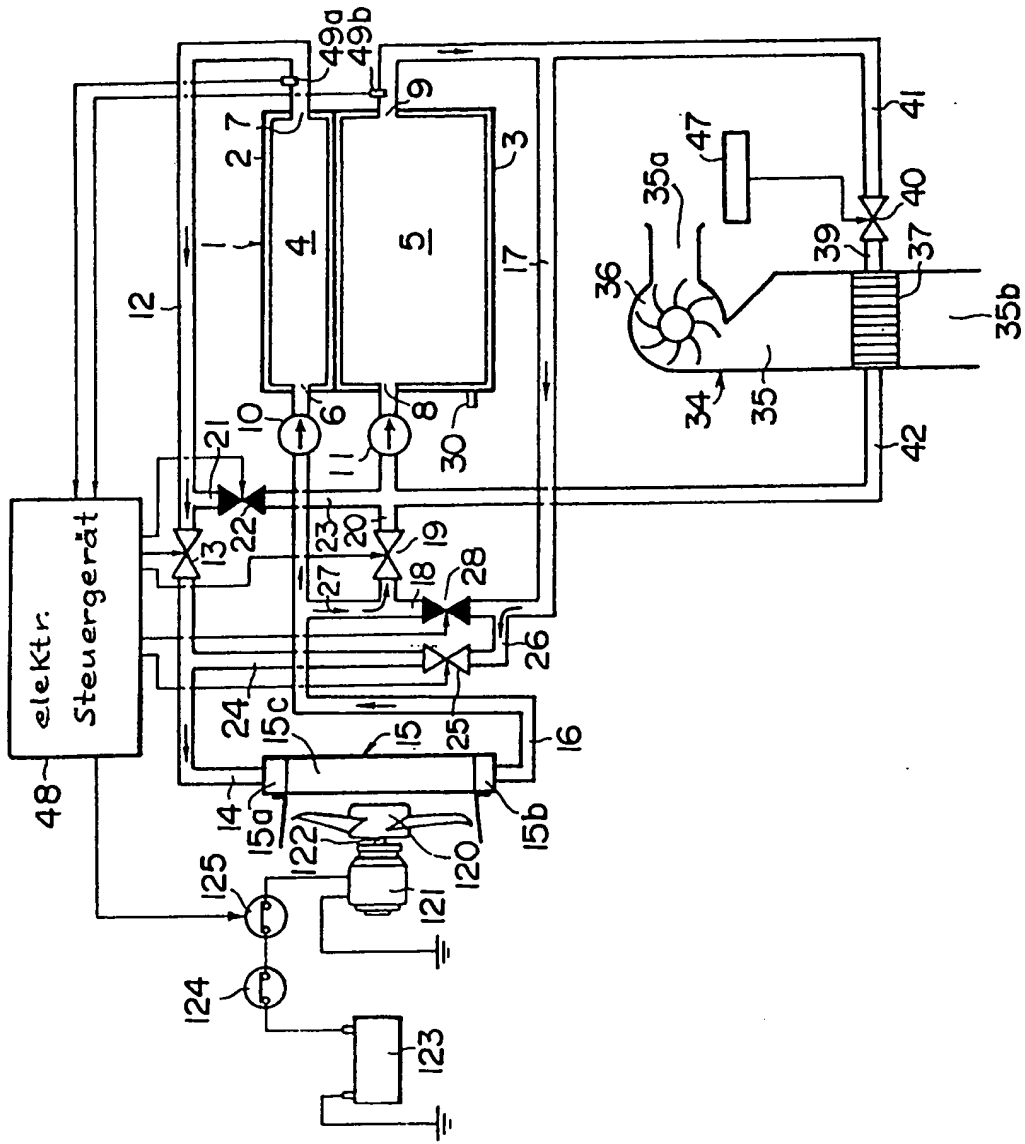


FIG. 5

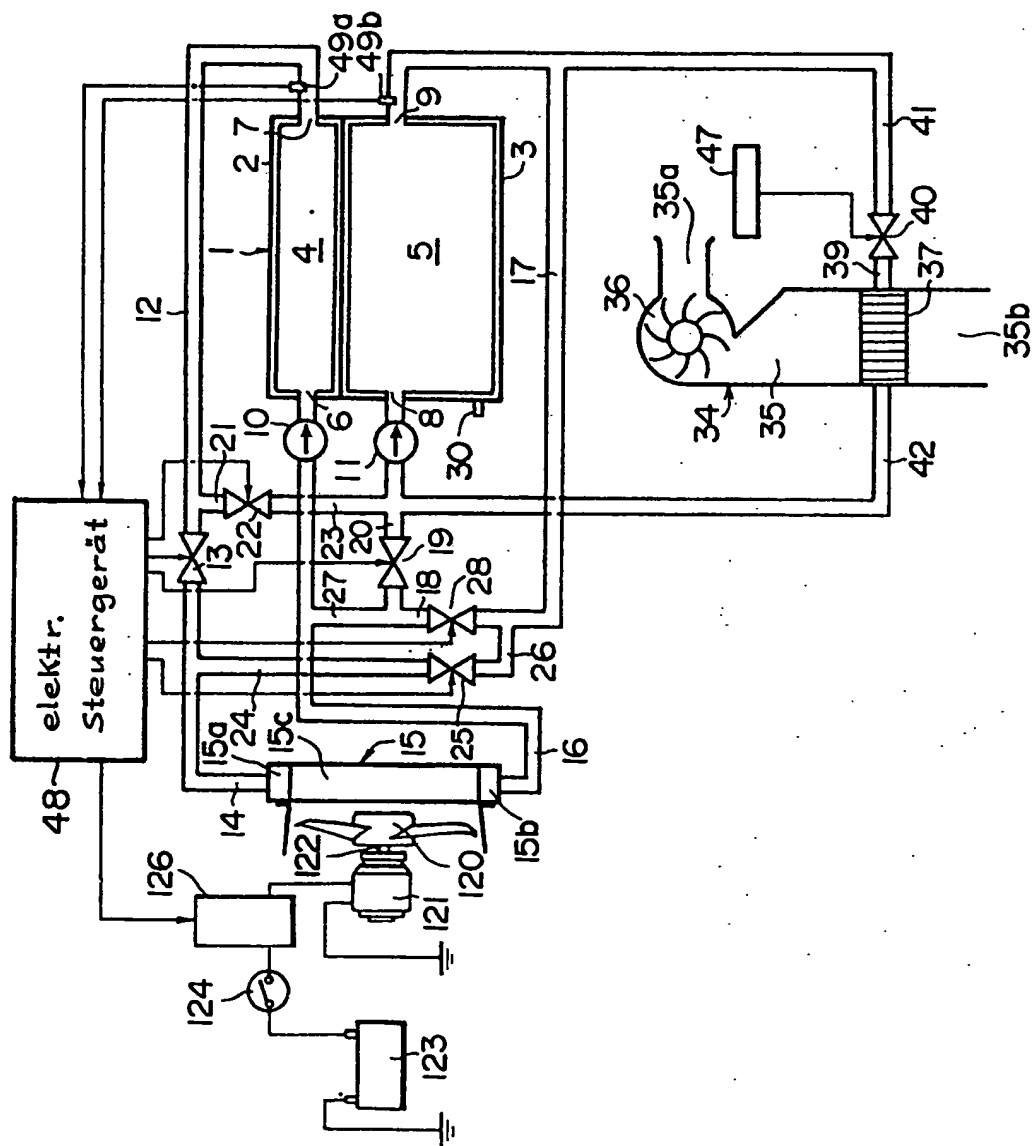


FIG. 6

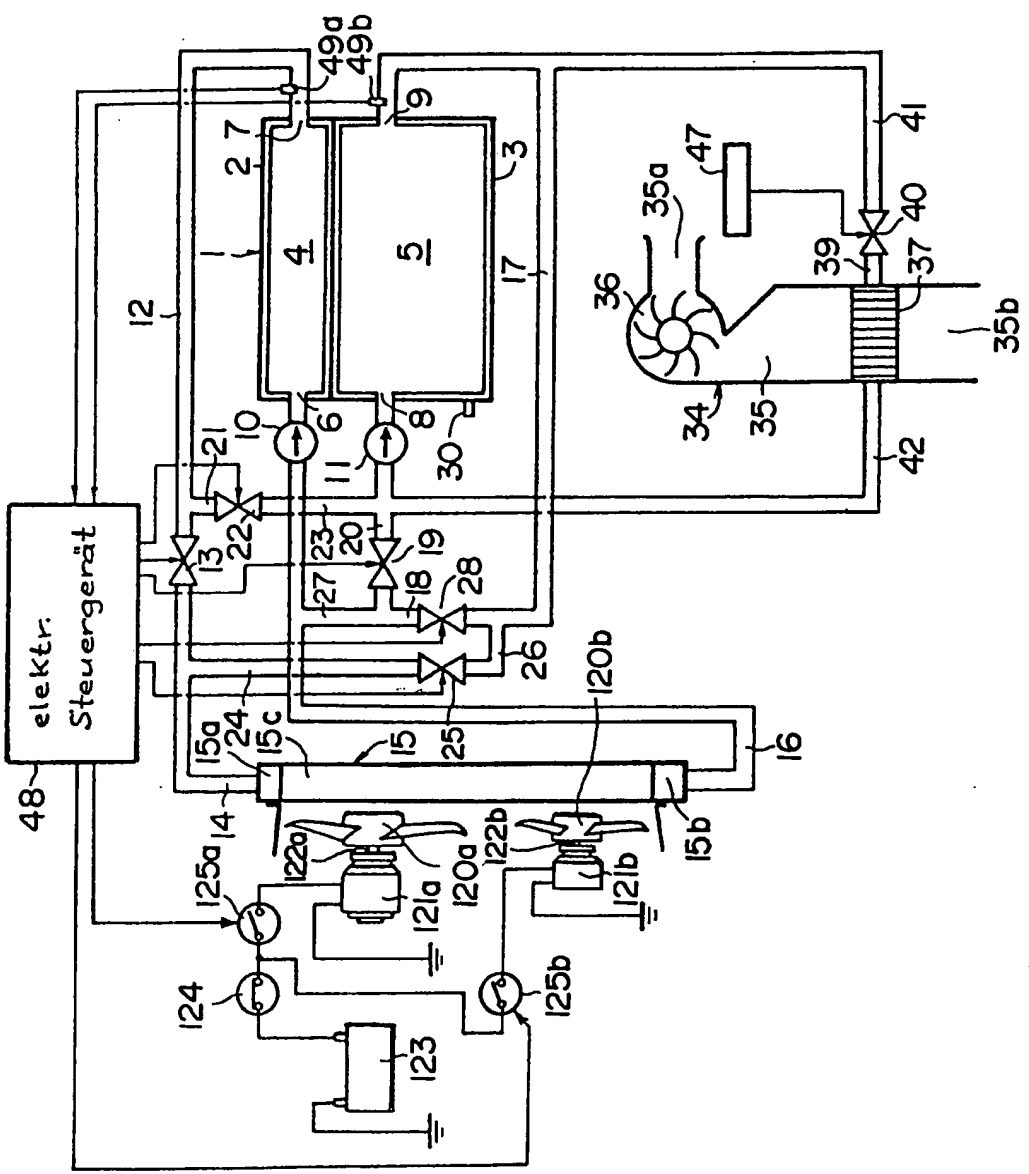


FIG. 7

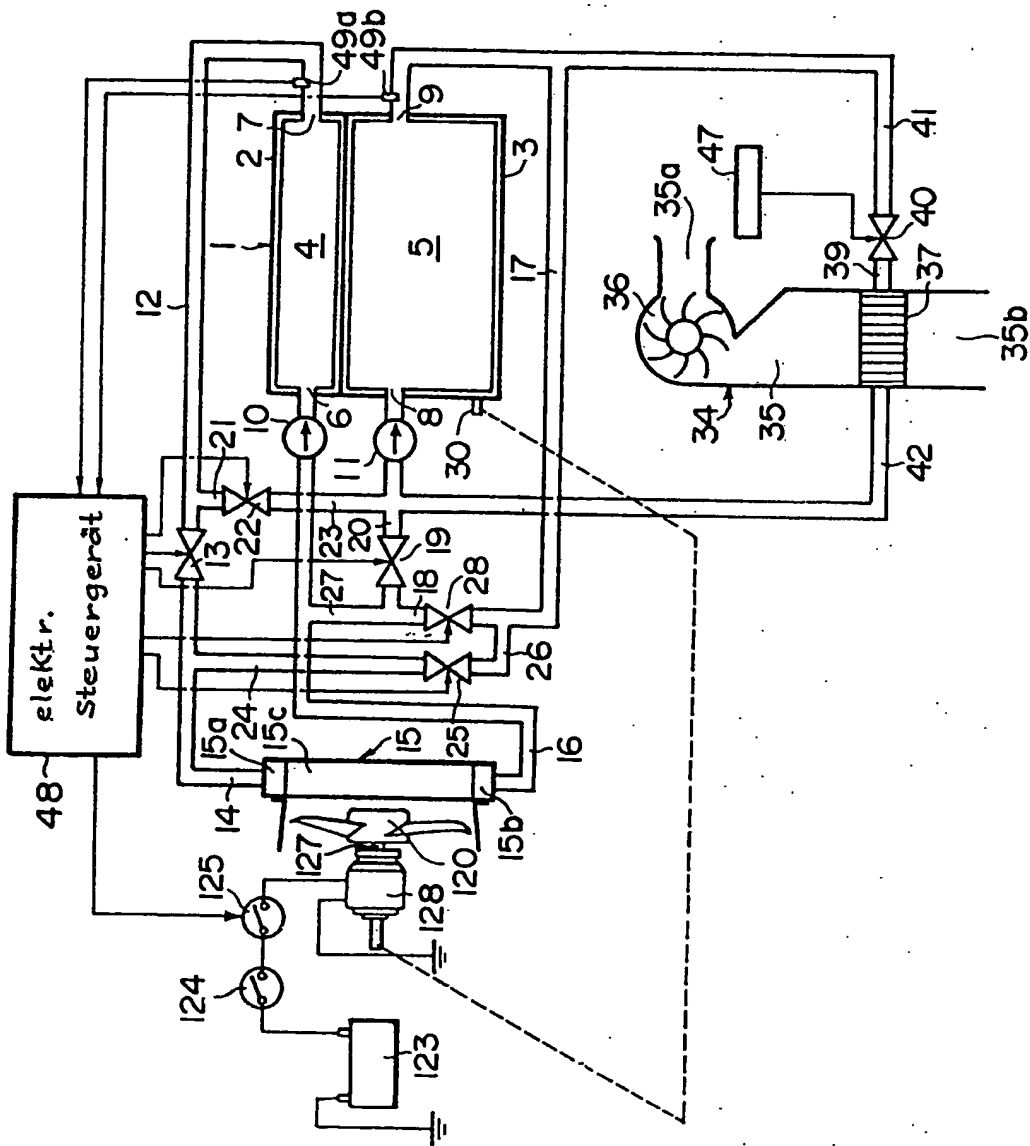
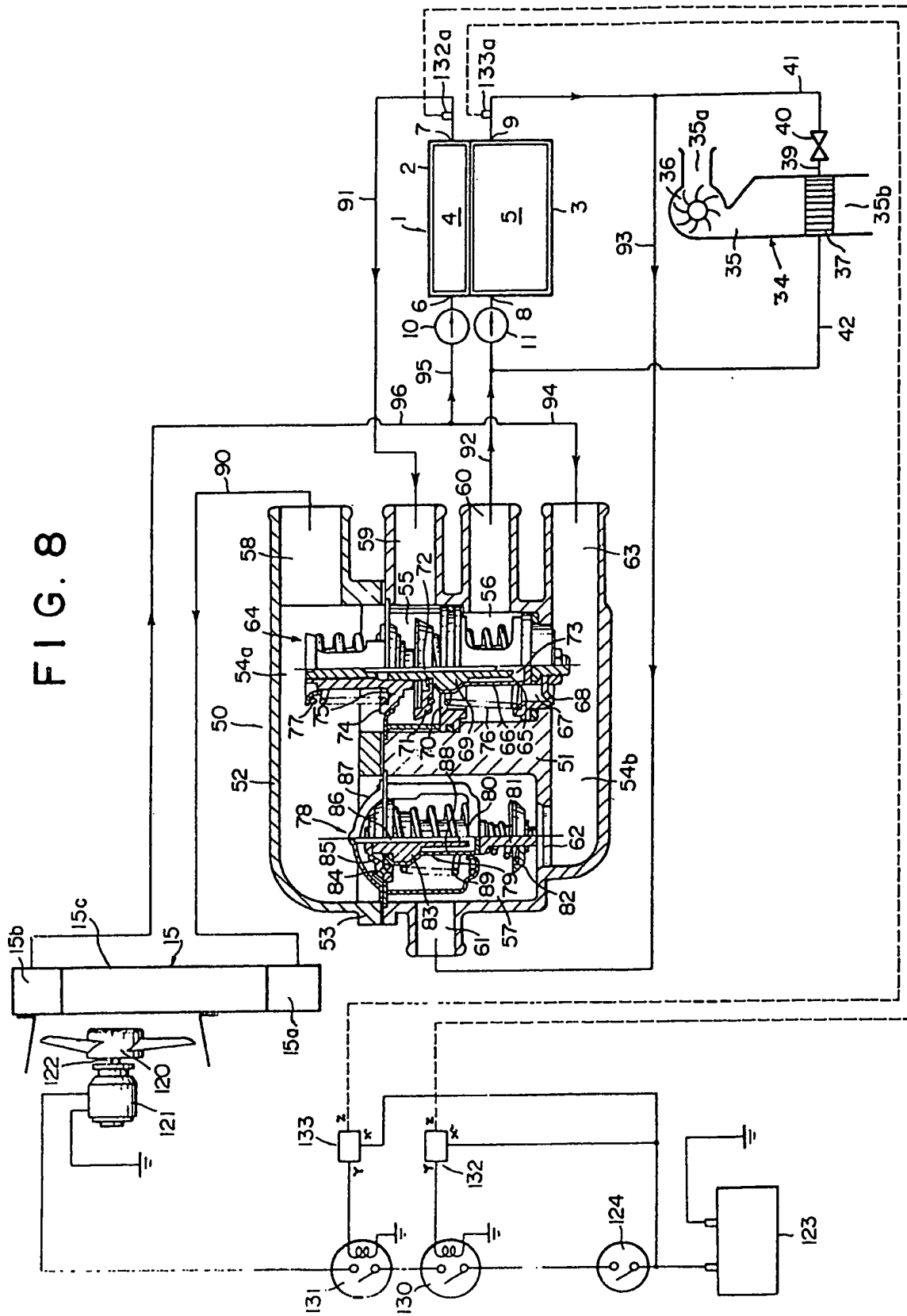


FIG. 8





DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 3440504 A1

51 Int. Cl. 3-
F01P 7/16
F 01 P 5/02

21 Aktenzeichen: P 34 40 504.6
22 Anmeldetag: 6. 11. 84
43 Offenlegungstag: 5. 6. 85

DE 3440504 A1

30 Unionspriorität: 32 33 31
25.11.83 JP P 58-221521

71 Anmelder:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

74 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:
Kobayashi, Hideo; Kashiwagi, Takao; Yoshimura,
Kunimasa; Mae, Hisao, Toyota, Aichi, JP

64 KÜHLSYSTEM UND VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Eine Brennkraftmaschine hat einen Zylinderkopf- sowie Zylinderblock-Kühlmantel. Ein Regelungssystem steuert eine Ventilanordnung zur Umwälzung eines Fluids durch ein Leitungsnetz, die Kühlmäntel und einen Kühler in verschiedenen Strömungsschemata. Wenn die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels niedriger ist als eine Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen vereinigten Leitungskreis, der den Kopf- sowie Block-Kühlmantel, nicht aber den Kühler umfaßt und stellt das Kühlgebläse für den Kühler auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur und niedriger als eine über dieser liegende Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem zwei im wesentlichen getrennte Leitungskreise, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler, der andere nur den Block-Kühlmantel umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen Leitungskreis, der sowohl den Kopf- als auch den Block-Kühlmantel und den Kühler umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels höher als eine Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann stellt das Regelungssystem, wenn die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels niedriger ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, das Kühlgebläse auf ...

DE 3440504 A1





3440504

Bavariaring 4, Postfach 202
8000 München 2
Tel.: 089-539653
Telex: 5-24845 tipat
Telecopier: 089-537377
cable: Germanipatent Münn:

6. November 1984

DE 4350 /
case AT-F-576

Patentansprüche

1. KÜhlssystem für eine von einem Kühlmittelstrom gekühlte Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf sowie einen Zylinderblock hat, gekennzeichnet
- a) durch einen Zylinderkopf-Kühlmantel (4), durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - b) durch einen Zylinderblock-Kühlmantel (5), durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - c) durch einen Kühler (15),
 - d) durch eine Luft auf den Kühler (15) blasende Kühlgebläseanordnung (120, 120a, 120b),
 - e) durch ein Regelungssystem (125, 126, 132, 133), das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst,



- f) durch ein Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel (4), durch den Block-Kühlmantel (5) sowie durch den Kühler (15) in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata,
- g) durch ein Steuerventilsystem (13, 19, 22, 25, 28, 50), das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert, und
- h) durch ein Steuersystem (48) für die folgende Steuerung:
- h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und die Kühlgebläseanordnung wird durch das Kühlgebläse-Regelsystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
- h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
- h21) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler im wesentlichen Maß einzuschließen, umfaßt, während,

X

- h22) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann das Steuerventilsystem so eingestellt wird, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und im wesentlichen Maß den Kühler umfaßt;
- h3) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
- h31) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopf-kühlmittel -Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, während,
- h32) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.
2. Kühlsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist.

X

3. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur im wesentlichen gleich der vorbestimmten Motorwarm-lauf-Abschlußtemperatur ist.
4. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Kühlgebläseanordnung diese Anordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit einer relativ niedrigen Strömungsmenge, mit einer ersten, relativ hohen Strömungsmenge oder mit einer zweiten, relativ hohen Strömungsmenge, die größer ist als die erste relativ hohe Strömungsmenge, bläst, und daß durch das Steuersystem, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die folgende Steuerung abläuft:
 - wenn die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel geringer ist als die Kopfkühlmantel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
 - wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten ersten, relativ hohen Strömungsmenge bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die Motorüberhitzungstemperatur, und daß sie Luft mit der erwähnten zweiten, relativ hohen Strömungsmenge auf den Kühler bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur.

X

5. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (49a, 132a), der die Temperatur des im Kopf-Kühlmantel (4) umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler (49b, 133a), der die Temperatur des im Block-Kühlmantel (5) umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, umfaßt.
6. Kühlssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem das Kühlgebläse-Regelungssystem sowie das Steuerventilsystem auf der Grundlage der vom Kopf- sowie Blockk hlmitteltemperaturf hler (49a, 132a, 49b, 133a) abgegebenen Signale steuert.
7. Kühlssystem nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlgebläseanordnung ein einziges Gebläse (120) umfaßt und kein weiteres Gebläse Luft auf den Kühler (15) bläst.
8. Kühlssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlgebläse (120) von einem Elektromotor (121) getrieben ist.
9. Kühlssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlgebläse (120)  ber die Kurbelwelle (30) der Brennkraftmaschine (1) in Umdrehung versetzt wird.
10. Kühlssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erwähnte relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist und daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine AN/AUS-Schaltvorrichtung (125, 130, 131), die die Energiezufuhr zum Antrieb des Gebläses (120) steuert, umfaßt.

X

11. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erwähnte relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist und daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine veränderbare Vorrichtung (126), die die Energiezufuhr zum Antrieb des Gebläses (120) steuert, umfaßt.
12. Kühlsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Gebläseanordnung eine Kuppelungsvorrichtung (128) umfaßt, die die Zufuhr von Antriebskraft von der Kurbelwelle (30) für das Gebläse (120) steuert.
13. Kühlsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläseanordnung mehrere Gebläse (120a, 120b) umfaßt.
14. Kühlsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläse (120a, 120b) von Elektromotoren (121a, 121b) angetrieben sind.
15. Kühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventilsystem eine Steuerventilgruppe (50) umfaßt, die ein Gehäuse mit fünf darin ausgebildeten Ventilkammern (54a, 54b, 55, 56, 57), von denen die erste mit der zweiten über eine erste Ventilöffnung (84), die zweite mit der fünften über eine zweite Ventilöffnung (62), die erste mit der dritten über eine dritte Ventilöffnung (74), die dritte mit der vierten über eine vierte Ventilöffnung (70) und die vierte mit der fünften über eine fünfte Ventilöffnung (67) verbunden sind, und erste bis fünfte Ventilteller (85, 82, 75, 71, 68), die die an den Ventilöffnungen jeweils herstellbare Verbindung regeln, aufweist, daß das Kühlmittel-Leitungssystem eine erste, die erste Ventilkammer (54a) mit dem Eintrittsverteiler

X

(15a) des Kühlers (15) verbindende Leitung (90), eine zweite, die zweite Ventilkammer (57) mit einem Auslaß (9) des Block-Kühlmantels (5) verbindende Leitung (93), eine dritte, die dritte Ventilkammer (55) mit einem Auslaß (7) des Kopf-Kühlmantels (4) verbindende Leitung (91), eine vierte, die vierte Ventilkammer (56) mit einem Einlaß (8) des Block-Kühlmantels (5) verbindende Leitung (92), eine fünfte, die fünfte Ventilkammer (54b) mit dem Austrittssammler (15b) des Kühlers verbindende Leitung (94, 96) sowie eine sechste, die fünfte Ventilkammer (54b) mit einem Einlaß (6) des Kopf-Kühlmantels (4) verbindende Leitung (94, 95) umfaßt und daß das Steuersystem umfaßt:

- ein erstes wärmeempfindliches Stellglied (79), das auf die Temperatur in der zweiten Ventilkammer (57) anspricht und, wenn diese Temperatur in der zweiten Ventilkammer niedriger ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, den ersten Ventilteller (85) zum Schließen der ersten Ventilöffnung (84) sowie den zweiten Ventilteller (82) zum Öffnen der zweiten Ventilöffnung (62) bewegt, während es, wenn diese Temperatur in der zweiten Ventilkammer höher als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur ist, den ersten Ventilteller zum Öffnen der ersten Ventilöffnung sowie den zweiten Ventilteller zum Schließen der zweiten Ventilöffnung bewegt;
- ein zweites wärmeempfindliches Stellglied (65), das auf die Temperatur in der vierten Ventilkammer (56) anspricht und, wenn diese Temperatur in der vierten Ventilkammer niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, den dritten Ventilteller (75) zum Schließen der dritten Ventilöffnung (74), den vierten Ventilteller (71) zum Öffnen der vierten Ventilöffnung (70) sowie den fünften Ventilteller (68) zum Schließen der fünften Ventilöffnung (67) bewegt, während es, wenn diese Temperatur in der vierten Ventilkammer (56) höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtempera-

X

- tur, den dritten Ventilteller zum Öffnen der dritten Ventilöffnung, den vierten Ventilteller zum Schließen der vierten Ventilöffnung sowie den fünften Ventilteller zum Öffnen der fünften Ventilöffnung bewegt;
- einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (132a), der die Temperatur des durch den Kopf-Kühlmantel (4) fließenden Kühlmittels erfaßt sowie ein dafür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler (133a), der die Temperatur des durch den Block-Kühlmantel (5) fließenden Kühlmittels erfaßt sowie ein dafür kennzeichnendes Signal abgibt, und
 - eine Steuereinrichtung (132, 133), die die Kühlgebläseanordnung (120) betätigt, wenn das Ausgangssignal vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler (132a) eine Kopf-Kühlmitteltemperatur angibt, die höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und auch das Ausgangssignal vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler (133a) eine Block-Kühlmitteltemperatur angibt, die höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und die andernfalls die Kühlgebläseanordnung stillsetzt.

16. Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf sowie einem Zylinderblock, mit
- a) einem Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - b) einem Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft,
 - c) einem Kühler,
 - d) einer Luft auf den Kühler blasenden Kühlgebläseanordnung,
 - e) einem Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst,

X

- f) einem Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata und
- g) einem Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert,
- gekennzeichnet durch die folgenden, gleichzeitig durchgeführten Vorgänge:
- h) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, wenn jedoch die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und
- h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, oder
- h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen

X

verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und

- i) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur und
- ii) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten niedrigen Strömungsmenge bläst, oder,
- iii) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die relativ niedrige Strömungsmenge im wesentlichen eine Null-Strömungsmenge ist.

X

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseinschalttemperatur im wesentlichen gleich der vorbestimmten Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur ist.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem für die Kühlgebläseanordnung diese Anordnung so steuern kann, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit einer relativ niedrigen Strömungsmenge, mit einer ersten, relativ hohen Strömungsmenge oder mit einer zweiten, relativ hohen Strömungsmenge, die größer als die erste relativ hohe Strömungsmenge ist, bläst, wobei, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur,
- falls die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel geringer ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst,
 - falls jedoch die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseinschalttemperatur, die Kühlgebläseanordnung über das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten ersten, relativ hohen Strömungsmenge bläst, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, und daß sie Luft mit der erwähnten zweiten, relativ hohen Strömungsmenge auf den Kühler bläst, falls die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur.

X

20. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem einen Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler, der die Temperatur des im Kopf-Kühlmantel umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, und einen Block-Kühlmitteltemperaturfühler, der die Temperatur des im Block-Kühlmantel umlaufenden Kühlmittels erfaßt sowie ein hierfür kennzeichnendes Signal abgibt, umfaßt, und daß das Kühlgebläse-Regelungssystem sowie das Steuerventilsystem auf der Grundlage der vom Kopf- sowie Block-Kühlmitteltemperaturfühler ausgegebenen Signale gesteuert werden.

X



3440504 - 13 -

Bavariaring 4, Postfach 2024
8000 München 2
Tel.: 089 - 539653
Telex: 5-24845 tipat
Telecopier: 0 89 - 537377
cable: Germanipatent Münch

6. November 1984

DE 4350 /
case AT-F-576

Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha

Toyota-shi, Japan

Kühlsystem und Verfahren zur Kühlung
einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine sowie auf ein Verfahren zum Betreiben dieses Kühlsystems, und sie bezieht sich insbesondere auf ein Kühlsystem für einen Ottomotor sowie auf ein Verfahren zum Betreiben dieses Kühlsystems, das eine sog. Zweikreisbauart aufweist.

Es ist ein Kühlsystem der Zweikreisbauart für eine Brennkraftmaschine bekannt, wobei der Kühlmantel des Zylinderblocks sowie der Kühlmantel des Zylinderkopfes miteinander und mit einem Kühler durch ein Leitungssystem verbunden sind, das durch eine Anordnung von Steuerventilen gesteuert wird und in dem entsprechend einer ausgewählten sowie angemessenen Betätigung dieser Steuerventile die drei folgenden Arten eines

X

Kühlmittelkreislaufs bewerkstelligt werden können:

- a) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel geringer ist als ein vorbestimmter sog. Motorwarmlauf-Temperaturwert, wird ein sog. Motorwarmlaufkreislauf erstellt, in dem das Kühlmittel sowohl durch den Kopf-Kühlmantel wie auch durch den Block-Kühlmantel (in typischer Weise in Reihe), jedoch nicht in wesentlichem Maß durch den Kühler umgewälzt wird, so daß das durch diese beiden Mäntel fließende Kühlmittel sich mischen kann, aber vom Kühler im wesentlichen nicht gekühlt wird;
- b) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als der vorbestimmte Motorwarmlauf-Temperaturwert, jedoch niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, deren Wert über dem für die Motorwarmlauftemperatur liegt, dann wird ein sog. getrennter Kreislauf erstellt, in dem das Kühlmittel in zwei im wesentlichen getrennten Kreisläufen umgewälzt wird, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzubeziehen, umfaßt, so daß das Kühlmittel, das durch die beiden Mäntel fließt, sich im wesentlichen nicht mischen kann;
- c) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, so wird ein sog. Überhitzungsverhütungskreislauf erstellt, in dem Kühlmittel sowohl durch den Kopf- wie auch durch den Block-Kühlmantel (in typischer Weise in Reihe) und auch in wesentlichem Maß durch den Kühler umgewälzt wird.

Derartige Zweikreis-Kühlsysteme für eine Brennkraftmaschine wurden beispielsweise durch die folgenden japanischen Patentanmeldungen vorgeschlagen:

JA-Pat.-Anm. Nr. 55-52 025 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 56-148 610; JA-Pat.-Anm. Nr. 55-68 036 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 56-165 713; JA-Pat.-Anm. Nr. 56-169 933 (1980) = Offenlegungsschrift Nr. 57-93 620; JA-Pat.-Anm. Nr. 58-90 544 (1983).

X

Sieht man ein derartiges Zweikreiskühlsystem bei einer Brennkraftmaschine vor, so wird die im folgenden erläuterte Wirkung erzielt.

Im obigen Fall a), wobei die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als der Motorwarmlauf-Temperaturwert, bedeutet das Erstellen eines Motorwarmlaufkreislaufts, in dem das Kühlmittel sowohl durch den Kopf- wie auch durch den Block-Kühlmantel, im wesentlichen jedoch nicht durch den Kühler umgewälzt wird und wobei das durch die beiden Mäntel fließende Kühlmittel sich mischen kann, aber nicht in wesentlichem Maß vom Kühler gekühlt wird, daß der Temperaturanstieg des durch den Block-Kühlmantel fließenden Kühlmittels beschleunigt wird, was bewirkt, daß das Warmlaufen des Motors insgesamt schneller als in dem Fall vor sich geht, in dem während des Warmlaufens die Kühlmittelströme im Kopf- sowie im Block-Kühlmantel getrennt gehalten werden. Demzufolge verläuft auch der Temperaturanstieg des Schmiermittels im Motor-Zylinderblock, der stark von der Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel beeinflusst wird, schneller. Das ist im Hinblick auf eine Qualitätsverbesserung der Abgasemissionen des Motors während des Warmlauf-Betriebszustandes, der in der Tat ein kritischer Betriebszustand vom Gesichtspunkt der Abgasemissionssteuerung ist, von Nutzen.

Im oben genannten Fall b), wobei die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als der Motorwarmlauf-Temperaturwert, jedoch niedriger ist als der Motorüberhitzungstemperaturwert, bedeutet die Erstellung von zwei getrennten Kreisläufen, wobei das Kühlmittel auf zwei im wesentlichen getrennten Strömungswegen umgewälzt wird, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne im wesentlichen den Kühler einzuschließen, umfaßt, und wobei die durch die bei-

X

den Mäntel fließenden Kühlmittelströme sich im wesentlichen nicht mischen können, daß der Zylinderkopf stark in einem viel größeren Ausmaß gekühlt wird als zu dieser Zeit der Zylinderblock, was im Hinblick auf eine Erhöhung des mechanischen Oktanwerts des Motors und im Hinblick auf das Vermeiden seines Klopfens von Nutzen ist, wie es auch mit Blick auf eine Steigerung der Leistung sowie der Kraftstoffwirtschaftlichkeit von Wert ist.

Schließlich bedeutet in dem oben unter c) angeführten Fall, in dem die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die Erstellung eines die Überhitzung verhindernden Kreislaufs, wobei das Kühlmittel durch beide Kühlmäntel und auch in wesentlichem Maß durch den Kühler geführt wird, daß die Kühlwirkung des Kühlers im maximal möglichen Ausmaß für den Motor genutzt wird, wobei jegliche Überhitzung verhindert wird.

Durch das Vorsehen eines Zweikreis-Kühlsystems wird somit die Kühlung der Brennkraftmaschine in angemessener Weise bei allen ihren Betriebszuständen entsprechend der Kühlmitteltemperatur des Motors bewerkstelligt, wobei das Warmlaufen des Motors nicht verzögert wird, wobei keinerlei Gefahr für eine Motorüberhitzung besteht, wobei die Qualität in den Abgasemissionen des Motors nicht verschlechtert wird und wobei der mechanische Oktanwert des Motors auf sein Maximum gebracht wird, wodurch eine gute Leistung sowie Kraftstoffausnutzung erhalten werden.

Ein derartiges Kühlsystem und ein solches Verfahren zu seinem Betreiben sind zwar von Nutzen und von Wert, jedoch bleiben gewisse Punkte und Probleme, die einer Lösung bedürfen. Insbesondere kommt (kommen) bei einem solchen Kühlsystem in typischer Weise auch ein Kühlgebläse oder deren mehrere zum Einsatz, das oder die Luft auf den Kühler bläst (blasen).

X

Eien solche Kühlgebläseanordnung kann entweder durch die Kurbelwelle des Motors, möglicherweise über eine Art von Kupplungsvorrichtung, oder elektrisch durch einen Elektromotor angetrieben werden. Da jedoch eine solche Kühlgebläseanordnung tatsächlich nicht während aller Betriebszustände Luft gegen den Kühler blasen muß, z.B. wenn durch diesen kein Kühlmittel fließt, dann wird auch kein Luftstrom benötigt, so wird in beiden oben genannten Fällen, wenn die Gebläseanordnung tatsächlich allzeit angetrieben wird, Energie vergeudet, und zwar entweder mechanische Leistung im Fall eines mechanischen Antriebs von der Kurbelwelle oder elektrische Energie im Fall eines Elektroantriebs für die Gebläseanordnung. Ferner besteht die Gefahr, daß unter gewissen Umständen der Motor zu stark gekühlt (überkühlt) wird.

Im Prinzip sollte die Kühlgebläseanordnung eines solchen Motors (während des Warmlaufzustandes) nur betrieben werden, wenn die Temperatur des durch den Kopf-Kühlmantel des Motors fließenden Kühlmittels eine bestimmte Kühlgebläse-Einschalttemperatur übersteigt, deren Wert im wesentlichen niedriger als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur festgesetzt werden sollte, um den Zylinderkopf auf einer viel niedrigeren Temperatur als den Zylinderblock zu halten, wie oben erläutert wurde. Wenn man nun beabsichtigt, die Kühlgebläseanordnung nur nach der Temperatur des den Kühlmantel des Zylinderblocks durchströmenden Kühlmittels zu steuern, so tritt das Problem auf, daß die Kühlgebläseanordnung unnötigerweise betrieben wird, wenn die Block-Kühlmitteltemperatur ihren Bezugseinschaltwert erreicht hat, obwohl die Kopf-Kühlmitteltemperatur nicht hoch genug war, oder in einem Extremfall auch dann, während der Motorwarmlaufkreislauf in Aktion war. In dem Fall, daß das durch den Block-Kühlmantel umlaufende Kühlmittel zum Aufheizen eines Wärmetauschers eines Fahrzeugaum-Heizaggregats in dem den Motor enthaltenden Fahrzeug teilweise abgezweigt wird, was typisch ist, kann es

X

ferner bei kalten oder winterlichen Umgebungsbedingungen geschehen, daß bei Leerlauf oder Schwachlast des Motors, wenn der oben unter b) angeführte getrennte Kreislauf im Kühlsystem erstellt wird, allein durch Betätigen des Fahrgastraum-Heizaggregats soviel Wärme aus dem Kühlmittelkreis des Zylinderblocks abgezogen wird, daß ein Abfallen der Temperatur des den Block-Kühlmantel durchströmenden Kühlmittels unter den Wert der Motorwarmlauftemperatur eintritt, womit der oben unter a) beschriebene Warmlaufkreislauf für den Motor in Aktion tritt. Wenn das geschieht, dann steigt die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel auf Grund der plötzlichen Mischung der Kühlmittelströme zeitweise abrupt an, und wenn die Kühlgebläseanordnung, wie oben angedeutet wurde, nur nach der Temperatur des den Block-Kühlmantel des Motors durchströmenden Kühlmittels gesteuert wird, dann kann zu diesem Zeitpunkt die Kühlgebläseanordnung mit größter Wahrscheinlichkeit unnötigerweise betrieben werden, was von Nachteil ist und den Betrieb des Fahrgastraum-Heizaggregats beeinträchtigt, wie auch möglicherweise der Motor einer zu starken Abkühlung unterliegen kann.

Es ist demzufolge die Aufgabe der Erfindung, ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, das bestimmte Kühlmittel-Steuerventile sowie ein Kühlgebläse und einen Kühler umfaßt, wobei das Kühlgebläse und die Steuerventile in geeigneter Weise so gesteuert werden, daß ein den gegenwärtigen Motorbetriebszuständen angemessener Kühlmittelumlauf erfolgt und ein Luftstrom für den Kühler dann erzeugt wird, wenn und nur wenn es als richtig angesehen wird.

Hierbei ist es ein Ziel der Erfindung, ein derartiges Kühlsystem anzugeben, das bei seinem Betreiben im wesentlichen das Kühlgebläse immer in Betrieb setzt, wenn es angemessen ist, das ein unnötiges Antreiben des Kühlgebläses völlig

X

verhindert und das infolgedessen keinerlei Energie durch ein unnötiges Antreiben des Kühlgebläses vergeudet.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaffung eines Kühlsystems, das kein erwähnenswertes Risiko für eine zu starke Abkühlung des Motors in sich trägt.

Des weiteren zielt die Erfindung auf ein Kühlsystem ab, das während seines Betriebes keinerlei Gefahr für ein schlechtes Arbeiten eines Fahrgastraum-Heizaggregats, das vom Motorkühlmittel mit Wärme versorgt wird, hervorruft.

Darüber hinaus soll ein Kühlsystem geschaffen werden, das während seines Betriebes keinerlei unnötigen mechanischen Verlust im Betrieb des Motors erzeugt.

Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Kühlsystem zu schaffen, das ein schnelles Warmlaufen des Motors begünstigt und während seines Betriebes insbesondere das Aufwärmen des Zylinderblocks sowie des im Kurbelgehäuse enthaltenen Schmiermittels beschleunigt.

Darüber hinaus zielt die Erfindung auf die Schaffung eines Kühlsystems ab, das während seines Arbeitens die Emission von unerwünschten Stoffen im Motorabgas insbesondere während des Warmlaufens des Motors, jedoch auch während anderer Betriebszustände herabsetzt und auch den mechanischen Verschleiß an den Motorbauteilen vermindert.

Weiterhin soll das Kühlsystem gemäß der Erfindung während seines Betriebs den Zylinderkopf des Motors stark, den Zylinderblock dagegen nicht sehr stark kühlen.

Des weiteren ist die Erfindung auf ein Kühlsystem gerichtet, das den mechanischen Oktanwert des Motors hoch hält und die Klopfneigung des Motors herabsetzt oder beseitigt.

X

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Schaffung eines Kühlsystems, das dem Motor eine gute Kraftstoffwirtschaftlichkeit sowie eine gute Leistungsfähigkeit vermittelt.

Ferner wird gemäß der Erfindung auf ein Kühlsystem abgezielt, das besonders für den Schutz des Motors gegen ein Überhitzen wirksam ist.

Ferner ist es ein Ziel der Erfindung, ein Kühlsystem zu schaffen, das in seinem Aufbau einfach ist, jedoch zuverlässig arbeitet, und das kostengünstig zu bauen ist.

Des weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine anzugeben, das einige der oder alle oben genannten Ziele erreichen läßt.

Gemäß dem allgemeinsten gegenständlichen Gesichtspunkt sieht die Erfindung zur Lösung der Aufgabe und zum Erreichen der Ziele ein Kühlsystem für eine von einem Kühlmittelstrom gekühlte Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf sowie einen Zylinderblock hat, vor, das gekennzeichnet ist a) durch einen Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, b) durch einen Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, c) durch einen Kühler, d) durch eine Luft auf den Kühler blasende Kühlgebläseanordnung, e) durch ein Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst, f) durch ein Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata, g) durch ein Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels

X

in ausgewählter Weise steuert, und h) durch ein Steuersystem für die folgende Steuerung: h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und die Kühlgebläseanordnung wird durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst; h2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und h21) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, während, h22) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann das Steuerventilsystem so eingestellt wird, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt; und h3) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, und h31) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschluß-

X

temperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, während, h32) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt wird, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

Da mit einem derart aufgebauten System, wenn die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, das Steuersystem das Steuerventilsystem so regelt, daß Kühlmittel durch den verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf- wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler einschließt, und auch die Kühlgebläseanordnung über deren Regelungssystem so regelt, daß diese Anordnung Luft auf den Kühler mit der genannten relativ niedrigen Strömungsmenge (die eine Null-Menge sein kann) bläst, so wird unter diesen Umständen die Brennkraftmaschine im maximal möglichen Ausmaß aufgewärmt, indem das Kühlmittel im Block- sowie im Kopf-Kühlmantel so geführt wird, daß sich diese beiden Ströme mischen können, wobei es aber nicht durch den Kühler fließt und somit nicht in wesentlichem Maß abgekühlt wird. Das ist im Hinblick auf die Qualität der Abgasemissionen während der besonders kritischen Warmlaufphase von Wert. Auch wird während dieser Warmlaufzeit die Kühlgebläseanordnung in besonderer Weise bei ihrer niedrigen Strömungsmenge betrieben, d.h., in typischer Weise wird sie gar nicht betrieben, was eine Einsparung an Motorleistung und eine Erhöhung in der Motorleistung bringt, und das ist vorteilhafterweise auch dann der Fall, wenn die Kühlmitteltemperatur im Zylinderkopf recht hoch ansteigt. Wenn

X

jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher wird als die vorbestimmte Warmlauf-Abschlußtemperatur, so ist das ein Anzeichen dafür, daß der Motor warmgelaufen ist. Unter der Voraussetzung, daß die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die in ihrem Wert gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, regelt zu diesem Zeitpunkt, wenn die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die unter der vorbestimmten Warmlauf-Abschlußtemperatur liegt, das Steuersystem die Gebläseanordnung über deren Regelungssystem so, daß sie Luft mit der relativ niedrigen Strömungsmenge auf den Kühler bläst. Ist jedoch andererseits die Kühlmitteltemperatur im Kopf-Kühlmantel höher als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann regelt das Steuersystem die Gebläseanordnung so, daß sie Luft gegen den Kühler mit der relativ hohen Strömungsmenge bläst. Damit wird die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel und somit diejenige des Zylinderkopfes im wesentlichen auf der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur gehalten, und das wird durch ausgewähltes Betreiben der Kühlgebläseanordnung mit der hohen oder niedrigen Strömungsmenge und durch einen Betrieb mit der hohen Strömungsmenge nur dann, wenn das tatsächlich erforderlich ist, erreicht. Das ist wiederum von Nutzen in bezug auf eine Minimierung der Energie, die zum Antrieb der Gebläseanordnung benötigt wird, womit also die Motorleistung und Kraftstoffwirtschaftlichkeit gefördert werden. Das Halten des Zylinderkopfes auf der relativ niedrigen Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur gewährleistet, daß der Motor einen hohen mechanischen Oktanwert hat, was dazu beiträgt, ihn gegen ein Klopfen zu schützen.

X

Gemäß dem allgemeinsten Verfahrensgesichtspunkt offenbart die Erfindung zur Lösung der Aufgabe und zum Erreichen der Ziele ein Verfahren zum Betreiben eines Kühlsystems einer Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf sowie einem Zylinderblock und mit (a) einem Zylinderkopf-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, (b) einem Zylinderblock-Kühlmantel, durch den Kühlmittel zu dessen Kühlung umläuft, c) einem Kühler, (d) einer Luft auf den Kühler blasenden Kühlgebläseanordnung, (e) einem Regelungssystem, das die Kühlgebläseanordnung so steuert, daß sie Luft auf den Kühler entweder mit relativ hoher oder mit relativ niedriger Strömungsmenge bläst, (f) einem Kühlmittel-Leitungssystem zur Umwälzung von Kühlmittel durch den Kopf-Kühlmantel, durch den Block-Kühlmantel sowie durch den Kühler in verschiedenen wählbaren Strömungsschemata und (g) einem Steuerventilsystem, das den Fluß des im Kühlmittel-Leitungssystem umgewälzten Kühlmittels in ausgewählter Weise steuert, das gekennzeichnet ist durch die folgenden gleichzeitig durchgeführten Vorgänge: (h) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der sowohl den Kopf-Kühlmantel wie auch den Block-Kühlmantel, nicht jedoch in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, wenn jedoch die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und (h1) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, die höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel im wesentlichen durch zwei getrennte Kreisläufe des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler und der andere

X

den Block-Kühlmantel, ohne den Kühler in wesentlichem Maß einzuschließen, umfaßt, oder, (h2) wenn die Temperatur des des Kühlmittels im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Motorüberhitzungstemperatur, dann wird das Steuerventilsystem so eingestellt, daß Kühlmittel durch einen verbundenen Kreislauf des Kühlmittel-Leitungssystems fließt, der den Kopf-Kühlmantel sowie den Block-Kühlmantel und in wesentlichem Maß den Kühler umfaßt, und, (i) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Block-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, wenn jedoch die Kühlmitteltemperatur im Block-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur und (il) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel niedriger ist als eine vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die niedriger ist als die vorbestimmte Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ niedrigen Strömungsmenge bläst, oder (i2) wenn die Temperatur des Kühlmittels im Kopf-Kühlmantel höher ist als die vorbestimmte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird die Kühlgebläseanordnung durch das Kühlgebläse-Regelungssystem so eingestellt, daß sie Luft auf den Kühler mit der erwähnten relativ hohen Strömungsmenge bläst.

Mit einem solchen Verfahren werden die oben zum allgemeinsten gegenständlichen Gesichtspunkt der Erfindung herausgestellten Vorteile in gleichartiger und paralleler Weise erreicht.

X

Der Erfindungsgegenstand wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand von bevorzugten Ausführungsformen bzw. -beispielen erläutert. Es ist jedoch klar, daß die Beschreibung und die Zeichnungen nur Erläuterungszwecken dienen und den Erfindungsgegenstand in keiner Weise beschränken. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kühlsystems in einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung und einer Brennkraftmaschine, wobei ein elektrisch angetriebenes Kühlgebläse einer AN/AUS-Steuerung unterliegt;
- Fig. 2 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung des Kühlsystems, wobei zur Erläuterung der ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Steuerventile offen (hell) sowie geschlossen (dunkel) sind und der Motor noch nicht warmgelaufen ist;
- Fig. 3 eine zu Fig. 2 gleichartige Darstellung der ersten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Motor völlig warmgelaufen und nicht überhitzt ist;
- Fig. 4 eine zu Fig. 2 und 3 gleichartige Darstellung für die erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Motor für eine Zeitspanne überhitzt ist, die länger als eine kritische Zeitdauer ist;
- Fig. 5 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer zweiten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei die Drehzahl des Kühlgebläses über einen gewissen Bereich veränderbar ist;
- Fig. 6 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer dritten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei zwei Kühlgebläse vorgesehen sind;
- Fig. 7 eine zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer vierten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren

X

gemäß der Erfindung, wobei das Kühlgebläse über die Motorkurbelwelle angetrieben wird;

Fig. 8 eine im Prinzip zu Fig. 1 gleichartige Darstellung einer fünften bevorzugten Ausführungsform für ein Kühlsystem sowie -verfahren gemäß der Erfindung, wobei die den Kühlmittelfluß regelnden Steuerventile als ein (im Längsschnitt gezeigtes) Verbundregelorgan zusammengefaßt sind und unmittelbar durch wärmeempfindliche Stellglieder ohne elektrische Steuerung betätigt werden.

Die Fig. 1 zeigt eine erste bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung zusammen mit einer Brennkraftmaschine 1, die durch das Arbeiten des Kühlsystems gekühlt wird und eine Kurbelwelle 30 hat. Die Brennkraftmaschine 1, die für die Anwendung des Erfindungsgegenstandes geeignet ist, ist ein Ottomotor und umfaßt eine Anzahl von (nicht gezeigten) Zylindern, in denen Brennräume abgegrenzt sind. Der Motor 1 weist einen Zylinderkopf 2, der die Kopfbereiche dieser Brennräume bestimmt, und einen Zylinderblock 3, der die Seitenwandbereiche der Brennräume bestimmt, auf. Im Zylinderkopf 2 ausgestaltete Kanäle für ein Kühlfluid (Kühlmittel) bilden einen Kopf-Kühlmantel 4 mit einem Kühlmittleinlaß 6 sowie -auslaß 7, während im Zylinderblock 3 ausgestaltete Kühlmittelkanäle einen Block-Kühlmantel 5 mit einem Kühlmittleinlaß 8 sowie -auslaß 9 bilden. Der Kühlmittelfluß in den beiden Mänteln 4 und 5 kann im wesentlichen getrennt voneinander erfolgen.

Die Kühlmitteldruckseite einer Kopfkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 10, die von üblicher Bauart sein kann und ständig von der Kurbelwelle 30 über eine (nicht gezeigte) Übersetzung in Umdrehung versetzt wird, ist an den Einlaß 6 des Kopf-Kühlmantels ang-eschlossen. In gleichartiger Weise ist die

X

Kühlmitteldruckseite einer Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11, die ebenfalls von üblicher Bauart sein kann, an den Einlaß 8 des Block-Kühlmantels 5 angeschlossen.

Der Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 ist an das stromaufwärtige oder einströmseitige Ende einer Leitung 12 angeschlossen, deren stromabwärtiges oder ausströmseitiges Ende mit dem Einlaß eines Elektromagnet-Steuerventils (EM-Steuerventil) 13 irgendeiner herkömmlichen Bauart verbunden ist. Der Auslaß dieses EM-Steuerventils 13 ist an das einströmseitige Ende einer Leitung 14 angeschlossen, deren Ausströmseite mit einem Eintrittsverteiler oder oberen Wasserkasten 15a eines Kühlers 15 verbunden ist. Dieser Kühler 15 ist von üblicher Bauart und umfaßt einen Kühlerblock 15c, der oben mit dem Verteiler 15a und an seiner Unterseite mit einem Austrittssammler oder unteren Wasserkasten 15b in Verbindung steht. Ein auf der Abtriebswelle 122 eines Elektromotors (E-Motor) 121 befestigtes Kühlgebläse 120 dient dazu, einen zwangsweisen Luftstrom oder -zug am Kühlerblock 15c zu erzeugen, der den natürlichen Luftstrom, der vom Kühlerblock 15c bei einem Fahren des das Kühlsystem enthaltenden Fahrzeugs auf einer Straße empfangen wird, ergänzt. Das einströmseitige Ende einer Leitung 16 ist an den Austrittssammler 15b des Kühlers 15 angeschlossen, während das ausströmseitige Ende dieser Leitung 16 an die Saugseite der Kopfkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 10 angeschlossen ist.

Mit dem Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 ist das stromauf liegende oder einströmseitige Ende einer Leitung 17 verbunden, die an ihrem anderen Ende an den Einlaß eines EM-Steuerventils 28 angeschlossen ist, das von gleichartiger Bauart wie das EM-Steuerventil 13 sein kann und dessen Auslaßseite mit dem Einströmende einer Leitung 18 verbunden ist, deren ausströmseitiges Ende mit dem Einlaß eines weiteren, den EM-Ventilen 13 und 28 ähnlichen Ventils 19 verbunden ist. Der

X

Auslaß des EM-Steuerventils 19 ist an das stromaufwärtige Ende einer Leitung 20 angeschlossen, die stromab mit der Saugseite der Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11 verbunden ist.

An einer Zwischenstelle ist die Leitung 12 mit dem einen Ende einer Leitung 21 verbunden, die zu einem Kanal eines weiteren gleichartigen EM-Steuerventils 22 führt, deren anderer Kanal mit dem einen Ende einer Leitung 23 verbunden ist, die an eine Zwischenstelle der Leitung 20 angeschlossen ist.

Eine Leitung 26 ist einerseits an einen Abzweig der Leitung 17 und andererseits an einen Kanal eines wiederum zu den anderen EM-Steuerventilen gleichartigen Steuerventils 25 angeschlossen, dessen anderer Kanal mit dem einen Ende einer Leitung 24 verbunden ist, deren anderes Ende an eine Zwischenstelle oder einen Abzweig der Leitung 14 angeschlossen ist. Ferner ist ein Abzweig von der Leitung 16 mit einem Abzweig an der Leitung 18 über eine Leitung 27 verbunden.

Eine Abzweigstelle der Leitung 17 ist mit dem einströmseitigen Ende einer Leitung 41 verbunden, deren ausströmseitiges Ende an den Einlaß eines Regelventils 40 angeschlossen ist, das bei der in Rede stehenden Ausführungsform nicht notwendigerweise ein elektrisch betätigtes Ventil zu sein braucht und dessen Auslaß mit der Einströmseite einer Leitung 39 verbunden ist, deren Ausströmende an den Einlaß eines Wärmetauschers 37 eines Fahrgastraum-Heizaggregats 34 angeschlossen ist. Am Auslaß dieses Wärmetauschers 37 ist die Einströmseite einer Leitung 42 angeschlossen, deren Ausströmende an einen Abzweig der Leitung 20, und zwar tatsächlich an die gleiche Abzweigstelle, mit der das Ende der Leitung 23 verbunden ist, was funktionell jedoch nicht von Bedeutung ist, angeschlossen ist.

X

Das Heizaggregat 34 hat einen einen Luftkanal 35 begrenzenden Mantel mit einem Einlaß 35a sowie einem Auslaß 35b, und in dem Mantel ist ein Gebläserad 36 vorgesehen, das Luft durch den Luftkanal 35 sowie den Wärmetauscher 37 zu deren Aufheizung drückt.

Ein Ventil-Steuergerät 47, das in typischer Weise zur manuellen Einstellung durch den Fahrer ausgebildet ist, ist zur Regelung der Offen- und Schließstellung des Regelventils 40 vorgesehen. Zweckmäßigerweise ist eine (nicht gezeigte) Gebläserad-Steuereinrichtung zur Energieversorgung des Gebläserades 36 nach Wahl vorhanden. Der Auslaß 35b des Luftkanals führt zum Inneren des Fahrgastraumes des Fahrzeugs, dem dieses System eingegliedert ist, um diesem Raum erwärmte Luft zuzuführen, wenn das Ventil-Steuergerät 47 so betätigt wird, daß das Regelventil 40 geöffnet wird, und auch (wahlweise) das Gebläserad 36 betrieben wird, wie es in der einschlägigen Technik bekannt ist.

Der E-Motor 121 wird nach Wahl mit elektrischer Energie von der Fahrzeugbatterie 123 über eine Serienschaltung des Fahrzeug-Zündschalters 124 und eines AN/AUS-Schaltrelais 125 versorgt. Ein Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a, der ein für die Temperatur des sein Fühlelement umgebenden Kühlmittel kennzeichnendes Ausgangssignal liefert, ist nahe dem stromaufwärtigen Ende der Leitung 12, d.h. nahe dem Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4, in die Leitung 12 eingesetzt. Ein gleichartiger Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b ist in die Leitung 17 nahe deren Einströmende, d.h. nahe dem Kühlmittelauslaß 9 des Block-Kühlmantels 5, eingebaut.

Die elektrischen Ausgangssignale dieser beiden Temperaturfühler 49a und 49b werden einem elektrischen Steuergerät 48 zugeführt, das bei dieser ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung einen Mikrocomputer enthält. Dieses Steuergerät 48 liefert elektrische Ausgangssignale zur Betätigung

X

der Steuerventile 13, 19, 22, 25 sowie 28 und auch ein AN/AUS-Signal zur Betätigung des AN/AUS-Schaltrelais 125. Das Steuergerät 48 weist bei der in Rede stehenden ersten Ausführungsform die folgenden Betriebsmerkmale auf:

Auf der Grundlage des vom Block-Kühlmantel 5 am Auslaß 9 austretenden Kühlmittels, dessen Temperatur vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßt wird, steuert das Steuergerät 48 die fünf EM-Steuerventile 13, 19, 22, 25 und 28 in der folgenden Weise:

- wenn die vom Temperaturfühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur niedriger ist als eine als Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur zu bezeichnende Temperatur, z.B. 80°C (d.h., wenn der Motor 1 noch kalt ist), dann schließt das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 sowie 25 völlig, während es die Steuerventile 22 sowie 28 voll öffnet;
- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur ist, jedoch niedriger ist als eine als Motorüberhitzungstemperatur zu bezeichnende Temperatur, z.B. 95°C (d.h., wenn der Motor 1 im wesentlichen warmgelaufen ist), dann öffnet das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 sowie 28 völlig und schließt die Steuerventile 22 sowie 25 ganz;
- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Kühlmitteltemperatur höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur, jedoch nicht dauernd für eine längere Dauer als eine vorbestimmte Zeitspanne höher gewesen ist (d.h., wenn der Motor 1 anfängt zu überhitzen), dann öffnet das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 und 19 völlig, schließt das Steuerventil 22 ganz und öffnet die Steuerventile 25 sowie 28 teilweise;
- wenn die vom Fühler 49b festgestellte Kühlmitteltemperatur für eine gegenüber der vorbestimmten Zeitspanne längere Dauer höher als die Motorüberhitzungstemperatur geblieben ist

X

(d.h., wenn der Motor 1 ernsthaft überhitzt wird), dann hält das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 sowie 19 ganz geöffnet und das Steuerventil 22 ganz geschlossen, während das Steuerventil 25 völlig geöffnet und das Steuerventil 28 vollständig geschlossen werden.

Ferner regelt das Steuergerät 48 ebenfalls auf der Grundlage der Temperatur des durch den Auslaß 9 aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßt wird, den Betrieb des E-Motors 121 für das Gebläse 120 (Gebläsemotor 121) in der folgenden Weise:

- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des am Auslaß 9 austretenden Kühlmittels niedriger ist als eine Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der Motorwarm-lauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C oder etwas höher als diese, z.B. 90°C, sein kann, dann schließt das Steuergerät 48 niemals das Schaltrelais 125;
- ist die aus dem Block-Kühlmantel 5 austretende, vom Fühler 49b erfaßte Temperatur höher als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur und ist die Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 durch den Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a erfaßt wird, niedriger als eine als Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die im wesentlichen niedriger ist als die Motorwarm-lauf-Abschlußtemperatur von beispielsweise 80°C und z.B. 50°C betragen kann, dann hält das Steuergerät 48 das Schaltrelais 125 offen;
- wenn die Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, höher ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann schließt das Steuergerät 48 das Schaltrelais 125.

Damit ist die Beschreibung des Aufbaus der ersten bevorzugten Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine nach der Erfindung als abgeschlossen anzusehen. Die Art und

X

Weise, in der diese Ausführungsform arbeitet, wird als erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel für das Verfahren zur Kühlung einer Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 erläutert. In diesen Figuren sind diejenigen der Steuerventile 13, 19, 22, 25 und 28, die in der AN-Stellung, d.h. einen Durchfluß erlaubenden Stellung, sind, hell im Gegensatz zu den dunklen Steuerventilen, die in der AUS-Stellung, d.h. einen Durchfluß unterbindenden Stellung, sind.

Die Fig. 2 zeigt den Betriebszustand des Motors, in dem dieser nicht ganz warmgelaufen ist, d.h., die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßt wird, ist niedriger als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C. In diesem Zustand schließt das Steuergerät 48, wie oben gesagt wurde, die Steuerventile 13, 19 sowie 25 völlig (dunkle Darstellung), während es die Steuerventile 22 sowie 28 ganz öffnet (helle Darstellung). (Es wird in diesem Fall (Fig. 2) und in den folgenden Fällen angenommen, daß das Heizungsregelventil 40 durch sein Steuergerät 47 im AUS-Zustand ist; falls dieses Ventil 40 tatsächlich in den AN-Zustand gebracht worden ist, so ist die Wirkung der Ablenkung eines Teils des erhitzten Blockkühlmittels durch den Wärmetauscherblock 37 als tatsächlich vernachlässigbar zu betrachten.) Ferner hält das Steuergerät 48, wie ebenfalls oben gesagt wurde, das Schaltrelais 125 im AUS-Zustand, so daß das Kühlgebläse 120 keinesfalls betätigt wird, da die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49b erfaßt wurde, niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur und damit niedriger als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die, wie festgesetzt, gleich der oder geringfügig höher als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur ist. Damit fließt das von der Kopf-Kühlmittelpumpe an ihrer Druckseite abgegebene Kühlmittel, wie in Fig. 2

X

Das bedeutet, daß während des Warmlaufbetriebs des Motors die aus der Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 zum Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell und unmittelbar zum Zylinderblock 3 überführt wird, womit der Aufwärmvorgang für diesen Block 3 beschleunigt wird, was gegensätzlich ist zu einem Kühlsystem, bei dem die Kühlkreise für den Zylinderkopf und -block völlig voneinander getrennt sind. Damit wird die für das Warmlaufen des Motors benötigte Zeit vermindert, der Temperaturanstieg auf seiten des Motorschmiermittels, der stark von der Geschwindigkeit, mit der der Zylinderblock 3 erwärmt wird, abhängt, wird beschleunigt. Somit werden der Verschleiß der mechanischen Teile des Motors 1 wie auch die Erzeugung von Abgasemissionen herabgesetzt.

Während des Warmlaufens des Motors wird, selbst wenn die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 durch den Auslaß 7



austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, höher wird als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C, trotz allem, da auch die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49b erfaßt wird, noch niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von beispielsweise 80°C, das Kühlgebläse 120 mit Gewißheit nie betrieben. Ein solcher Betrieb wäre zu dieser Zeit selbstverständlich auch völlig nutzlos, da kein Kühlmittel durch den Kühler 15 fließt; demzufolge ist das Stehenlassen des Kühlgebläses 120 sinnvoll und richtig.

Es wird nun der Fall betrachtet, in dem der Motor den bereits voll warmgelaufenen Zustand erreicht hat, d.h., die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßte Temperatur aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels liegt über der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C. In diesem warmgelaufenen Zustand wird somit, wie schon gesagt wurde, die AN/AUS-Steuerung des Kühlgebläses 120 vom Steuergerät 48 demgemäß ausgeführt, ob die Temperatur des aus dem Kopfkühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, über oder unter der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C liegt.

Hierbei wird zuerst der Fall in Betracht gezogen, in dem die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels geringer ist als die oben festgelegte Motorüberhitzungstemperatur von beispielsweise 95°C. In diesem Zustand öffnet, wie oben festgestellt wurde und wie die Fig. 3 zeigt, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13, 19 und 28 völlig, während die Ventile 22 und 25 (schwarze Darstellung) ganz geschlossen werden. Somit strömt das auf der Druckseite der Kühlmittelpumpe 10 austretende Kühlmittel, wie die Pfeile in Fig. 3 angeben, durch den Einlaß 6 in den Kühlmantel 4 des Zylinderkopfes 2, durch den

X

Auslaß 7 am Temperaturfühler 49a vorbei und in die Leitung 12, die zum Steuerventil 13 führt. Von hier fließt das Kühlmittel weiter zum Kühler 15 sowie zur Leitung 16, über die es zur Saugseite der Umwälzpumpe 10 zurückgeführt wird. Das von der Blockkreis-Kühlmittelumwälzpumpe 11 austretende Kühlmittel fließt, wie die Pfeile in Fig. 3 angeben, vom Einlaß 8 durch den Block-Kühlmantel 5, dann durch den Auslaß 9 und am Fühler 49b vorbei, worauf es in die Leitung 17 und zum Steuerventil 28 gelangt. Von hier fließt es in die Leitung 18 und zum Steuerventil 20, von wo es zurück zur Umwälzpumpe 11 geführt wird. In diesem Betriebszustand sind also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei unabhängige Kühlmittelkreisläufe einbezogen, die jeweils von der Umwälzpumpe 10 bzw. 11 gespeist werden, wobei der den Kopf-Kühlmantel 4 einschließende Kreis auch den Kühler 15 in Reihenschaltung umfaßt, der vom Block-Kühlmittelkreis abgetrennt ist, so daß das Kühlmittel in diesem Kreis durch die Pumpe 11 nur im Block-Kühlmantel 5 umgewälzt und nicht durch den Kühler 15 geführt wird. Auch tritt in diesem Stadium keine nennenswerte Strömung durch die Leitung 27 auf, die zu einer Mischung des Kühlmittels der beiden unabhängigen Kreise führen könnte, da diese beiden Kreise nur an einer Stelle - nämlich der Leitung 27 - verbunden sind.

Das bedeutet, daß im warmgelaufenen Zustand des Motors die aus der Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 stammende Wärme schnell an den Zylinderkopf 2 abgegeben und unmittelbar durch Überführung zum Kühler 15 zerstreut wird, womit also der Zylinderkopf 2 stark gekühlt wird. Andererseits wird die zum Zylinderblock 3 abgeführte Wärme nicht durch irgendeine Kühlwirkung des Kühlers 15 verteilt, womit also der Zylinderkopf 2 sehr kühl gehalten wird, was den mechanischen Oktanwert des Motors 1 erhöht, d.h., es wird die Verhinderung eines Klopfens des Motors unterstützt. Der

X

Zylinderblock 3 kann dagegen recht heiß werden, was die Schm-ierwirkung für den Motor 1 erhöht, den Verschleiß an dessen mechanischen Teilen herabsetzt und die Reibungsverluste im Motor 1 vermindert. Bei dieser Art eines Kühlsystems und -verfahrens werden die Ausgangsleistung des Motors 1 wie auch dessen Kraftstoffausnutzung erhöht, und es wird auch die Qualität im Hinblick auf die Abgasemission verbessert.

Wenn während des warmgelaufenen Zustands des Motors die vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 49a erfaßte Temperatur des am Auslaß 7 aus dem Kopf-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die vorher erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C, dann wird vom Steuergerät 48, das das Schaltrelais 125 schließt, das Kühlgebläse 120 in Gang gesetzt, und demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung abrupt und beträchtlich erhöht, womit der Zylinderkopf 2 und das diesen durchströmende Kühlmittel abgekühlt werden. Wenn dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels niedriger wird als die erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Steuergerät 48 durch Öffnen des Schaltrelais 125 stillgesetzt, womit folglich die Wirksamkeit des Kühlers 15 abrupt und beträchtlich herabgesetzt wird, was es möglich macht, daß sich der Zylinderkopf 2 und das diesen durchströmende Kühlmittel wieder aufwärmen. Auf Grund dieses Rückkopplungsvorgangs kann erwartet werden, daß während dieses Betriebs des Motors 1 die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels austretenden Kühlmittels im wesentlichen gleich der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C gehalten wird.

X

Als nächster Fall soll angenommen werden, daß die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die oben erwähnte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C, was leicht auftreten kann, da der Zylinderblock 3 während der oben erläuterten Betriebsweise des Kühlsystems insgesamt nicht wesentlich gekühlt wird. Dieser Zustand kennzeichnet die beginnende Überhitzung des Motors 1. Ferner sei angenommen, daß dieser über der Überhitzungstemperatur liegende Zustand des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels nicht länger andauert hat als die bestimmte Zeitdauer, die hier als die kritische Überhitzungszeitdauer bezeichnet wird. In diesem Zustand öffnet, wie oben gesagt wurde, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 und 19 wie zuvor gänzlich und schließt das Steuerventil 22 wie zuvor völlig, jedoch öffnet es die Ventile 25 sowie 28 teilweise. Dieser spezielle Zustand im Öffnen und Schließen der Steuerventile sowie der damit hervorgerufene besondere Kühlmittelfluß ist in keiner der Zeichnungen dargestellt, er liegt zwischen den in den Fig. 3 und 4 gezeigten Zuständen.

In diesem Fall wird das Schema, wobei ein Kühlmittelkreislauf, der den Kopf-Kühlmantel 4, die Umwälzpumpe 10 sowie den Kühler 15 umfaßt, und ein Kühlmittelkreislauf, der den Block-Kühlmantel 5 sowie die Blockkühlmittelpumpe 11 - nicht aber den Kühler 15 - umfaßt, teilweise aufrechterhalten; es tritt jedoch eine gewisse Mischung des durch diese beiden Kühlmittelkreise fließenden Kühlmittels ein, indem ein Anteil des vom Block-Kühlmantelauslaß 9 kommenden, am Fühler 49b vorbei und längs der Leitung 17 fließenden Kühlmittels zur Leitung 26 hin abgelenkt sowie durch das Steuerventil 25 und die Leitung 24 zur Leitung 14 geführt wird, in der dieser Anteil mit dem Kühlmittelstrom, der vom Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 2 kommt, am Fühler 49a vorbei und durch die Leitung 12 sowie zur Leitung 14 fließt, gemischt

X

wird. Entsprechend dieser Mischströmung des Kühlmittels vom Block-Kühlmantelkreis, das durch die Leitung 14 sowie durch den Kühler 15 strömt, wird ein entsprechender Rückfluß des Kühlmittels von der Leitung 16 abgezweigt und fließt in die Leitung 27, in der eine Mischung mit dem Kühlmittel erfolgt, das durch das Steuerventil 28 tritt, worauf dieses Kühlmittel durch das Ventil 19 und die Leitung 20 fließt, womit es zur Saugseite der Block-Kühlmittelpumpe 11 gelangt. Somit sind in diesem Betriebszustand der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei teilweise unabhängige Kühlkreise einbezogen, durch die das Kühlmittel teils durch die Kopfkreis-Kühlmittelpumpe 10, teils durch die Blockkreis-Kühlmittelpumpe 11 umgewälzt wird, wobei der erste Kreis den Kopf-Kühlmantel 4 sowie den Kühler 15 in Reihenschaltung umfaßt, während der zweite Kreis den Block-Kühlmantel 5, nicht jedoch den Kühler 15 umfaßt, wobei jedoch eine gewisse Mischung des Kühlmittels im zweiten Kreis mit dem Kühlmittel im ersten Kreis stattfindet. Insofern wird ein Teil des durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe 11 umgewälzten Kühlmittels gekühlt, indem dieser Teil durch den Kühler 15 geführt wird.

Das bedeutet, daß während dieses anfänglichen Überhitzungsbetriebszustandes, d.h., wenn der Beginn der Überhitzung erfaßt worden ist, der Überhitzungszustand aber noch nicht für einen die kritische Überhitzungszeitdauer überschreitenden Zeitraum angedauert hat, die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nun teilweise durch die Wirkung des Kühlers 15 zerstreut wird. Damit ist zu erwarten, daß der Zylinderblock 3 beginnt, allmählich heruntergekühlt zu werden, und es ist zu erwarten, daß diese maßvolle sowie vernünftige Bemühung im Abkühlen des Zylinderblocks 3 angemessen ist, um den Temperaturanstieg des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, dessen Temperatur vom Fühler 49b erfaßt wird,

X

in Grenzen zu halten, und bewirken wird, daß diese Temperatur innerhalb der kritischen Überhitzungszeitdauer niedriger wird als die Motorüberhitzungstemperatur von beispielsweise 95°C; wenn das so ist, dann wird das Kühlsystem in den zuvor festgelegten Zustand eines nichtüberhitzten Betriebs zurückkehren. Während dieses Betriebszustandes einer beginnenden Überhitzung ist zu erwarten, daß die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels naturgemäß höher sein wird als die zuvor erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb also das Kühlgebläse 120 über das Steuergerät 48 durch Schließen des Schaltrelais 125 in Gang gesetzt und demzufolge die Wirksamkeit in der vom Kühler 15 verschafften Kühlung auf ihrem hohen Wert sein wird, womit das durch den Kopf-Kühlmantel 4 fließende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 so schnell wie möglich heruntergekühlt werden, wie auch das durch den Block-Kühlmantel 5 fließende Kühlmittel und der Zylinderblock 3 abgekühlt werden. Wenn jedoch im Gegenteil die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 durch den Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 49a erfaßt wird, niedriger ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Steuergerät 48 nicht in Betrieb gesetzt, indem das Schaltrelais 125 geöffnet bleibt, was jedoch kein besonderes Problem aufwirft, da in jedem Fall eine gute Kühlwirkung auf Grund der niedrigen Temperatur des Kopf-Kühlmittels, mit dem das Block-Kühlmittel gemischt wird, geschaffen wird.

In dem anderen Fall, wenn dieser Temperaturzustand des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die oben angegebene Motorüberhitzungstemperatur und tatsächlich länger andauert hat als die vorbestimmte Überhitzungszeitdauer, dann ist davon auszugehen, daß die o.a. maßvolle Bemühung zur Kühlung des Zylinderblocks 3 nicht ausreichend war, um die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austreten-

X

den Kühlmittels, die vom Fühler 49b ermittelt wird, in Grenzen zu halten. In diesem Zustand öffnet, wie schon gesagt wurde, das Steuergerät 48 die Steuerventile 13 sowie 19 wie zuvor völlig und schließt wie zuvor das Ventil 22 gänzlich. Jedoch wird nun das Ventil 25 ganz geöffnet, während das Steuerventil 28 ganz geschlossen wird. Für diesen sog. Not-Kühlbetriebszustand sind die Öffnungs- sowie Schließstellungen der Steuerventile und das damit bewirkte Strömungsschema in Fig. 4 dargestellt.

Wie die Pfeile in Fig. 4 angeben, fließt das Kühlmittel aus dem Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 zur Leitung 12 und dann zur Leitung 14 sowie wie zuvor durch den Kühler 15 und die Leitung 16 zurück zur Kopfkreis-Umwälzpumpe 10. Dagegen fließt das in den Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 eintretende und am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b vorbeiströmende Kühlmittel längs der Leitung 17, tritt insgesamt in die Leitung 26 ein, fließt durch das Steuerventil 25 und durch die Leitung 24, aus der es in die Leitung 14 gelangt, in der es mit dem Kühlmittel des Kopf-Kühlkreises gemischt wird, worauf der Kühler 15 durchströmt wird. Aus der Leitung 16 erfolgt ein Rückfluß von Kühlmittel auch in die Leitung 27 und durch den stromabwärtigen Teil der Leitung 18 zum Steuerventil 19, von dem die Leitung 20 abgeht, so daß das Kühlmittel zur Saugseite der Block-Kühlmittelpumpe 11 zurückgeführt wird. In diesem Betriebszustand sind also die Kühlkreise für den Kopf- sowie den Block-Kühlmantel 4 bzw. 5 vollkommen miteinander verbunden. Somit wird das durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe 11 umgewälzte Kühlmittel vollkommen im Kreis geführt und durch Führen durch den Kühler 15 gekühlt.

Das bedeutet, daß während dieses Not-Kühlbetriebszustandes d.h., wenn der Überhitzungszustand länger als die kritische Überhitzungszeitdauer bestanden hat, die an den Zylinderblock

X

3 abgegebene Hitze nun so schnell wie möglich durch die Kühlwirkung des Kühlers 3 zerstreut wird. Damit wird in eindeutiger Weise der Zylinderblock 3 schnell und wirksam abgekühlt, und es ist praktisch gewiß, daß diese Kühlwirkung angemessen sein wird, um den Anstieg der vom Fühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels in Grenzen zu halten und zu erreichen, daß diese Temperatur innerhalb einer annehmbaren Zeitspanne geringer wird als die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C. Während dieses Not-Kühlbetriebszustandes wird selbstverständlich die Temperatur des dem Auslaß 7 und dem Fühler 49a zuströmenden Kühlmittels des Kopf-Kühlmantels 4 höher sein als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb in typischer Weise das Steuergerät 48 durch Schließen des Schaltrelais 125 das Kühlgebläse 120 in Gang setzen wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 bewirkte Kühlung auf dem hohen Leistungswert sein, womit das den Kopf-Kühlmantel 4 durchströmende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 und den Zylinderblock 3 durchströmende Kühlmittel so schnell wie möglich abgekühlt werden. Jedoch werden sich, wenn das nicht der Fall ist, keine nachteiligen Wirkungen einstellen, wie oben erläutert wurde.

Die Fig. 5 zeigt in einer zu Fig. 1 gleichartigen Weise eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung, mit der ein zweites bevorzugtes Kühlverfahren gemäß der Erfindung durchzuführen ist. In Fig. 5 sind den Fig. 1 bis 4 entsprechende Elemente mit denselben Bezugszahlen bezeichnet.

Bei dieser zweiten Ausführungsform liegt der einzige konstruktive Unterschied zur ersten Ausführungsform darin, daß an Stelle des Schaltrelais 125 zur Steuerung der Zufuhr von Elektroenergie zum Motor 121, um das Kühlgebläse 120 anzutreiben, ein elektrischer Stromregler 126 vorgesehen ist,

X

der entsprechend der Zufuhr eines elektrischen Betätigungssignals vom elektrischen Steuergerät 48 in einen von drei Betriebszuständen gebracht werden kann.

Im ersten Betriebszustand unterbricht der Stromregler 126 jeglichen Stromaustritt von ihm; im zweiten Betriebszustand läßt der Stromregler 126 einen bestimmten niedrigen, ersten Strom, der dem E-Motor 121 zugeführt wird, durch; im dritten Betriebszustand kann ein bestimmter höherer, zweiter Strom über den Stromregler 126 dem E-Motor 121 zugeführt werden.

Ferner sind bei dieser zweiten bevorzugten Ausführungsform gemäß der Erfindung die Eigenschaften des Steuergeräts 48 in bezug auf die Zufuhr der Steuersignale zum Stromregler 126 andersartig, während sie in bezug auf die Zufuhr der Steuersignale zu den fünf Ventilen 13, 19, 22, 25 und 28 entsprechend den Signalen von den Temperaturfühlern 49a und 49b gleichartig sind. Im einzelnen steuert das Steuergerät 48 auf der Grundlage der vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel austretenden Kühlmittels das Arbeiten des Stromreglers 126 für den Betrieb des Gebläsemotors 121 in der folgenden Weise:

- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des den Block-Kühlmantel 5 verlassenden Kühlmittels niedriger ist als eine sog. Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wie zuvor der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C gleich oder gegenüber dieser geringfügig höher sein kann, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 überhaupt keinen Strom durchläßt, so daß das Gebläse 120 nicht betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, jedoch niedriger als die erwähnte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C ist und wenn die Temperatur des am Fühler 49a vorbeifließenden Kühlmittels aus dem Kopf-Kühlmantel 4 niedriger

X

ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wiederum wesentlich niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C und beispielsweise 50°C betragen kann, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 ebenfalls keinerlei Strom durchläßt, so daß das Kühlgebläse 120 in keiner Weise betrieben wird;

- wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher liegt als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 den erwähnten ersten und niedrigeren Strom zum Gebläsemotor 121 durchläßt, so daß das Kühlgebläse 120 mit einer bestimmten ersten, niedrigeren Drehzahl betrieben wird;
- wenn die Temperatur des vom Fühler 49b erfaßten, aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels dagegen höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur und wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann führt das Steuergerät 48 den Stromregler 126 in einen Zustand, daß dem E-Motor 121 der zweite, höhere Strom zugeführt wird, womit das Kühlgebläse 120 mit der bestimmten zweiten, höheren Drehzahl betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels niedriger ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bewirkt das Steuergerät 48, daß der Stromregler 126 jeglichen Stromdurchfluß verhindert, womit das Kühlgebläse 120 nicht betrieben wird.

Damit ist die Beschreibung des Aufbaus der zweiten bevorzugten Ausführungsform eines Kühlsystems für eine Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung abgeschlossen; das Verfahren, gemäß welchem diese zweite Ausführungsform betrieben wird bzw. arbeitet, ist zu demjenigen der ersten Ausführungsform gleichartig mit der Ausnahme, daß das Kühlgebläse 120 während der

X

Betriebsphase bei einem normalen Motorbetrieb, wobei die verschiedenen Steuerventile so gesteuert werden, daß sie zwei getrennte Kühlkreisläufe für den Zylinderkopf 2 und den Zylinderblock 3 schaffen, wie in Fig. 3 mit Bezug zur ersten Ausführungsform gezeigt ist, mit der ersten, niedrigeren Drehzahl betrieben wird; während des sog. Motorüberhitzungs-betriebs, wobei die verschiedenen Steuerventile so gesteuert werden, daß zwei Verbund- oder Mischkühlkreise für den Zylinderkopf und -block 2, 3 geschaffen werden, wie mit Bezug auf das erste Verfahrensbeispiel in Fig. 4 gezeigt ist, wird das Kühlgebläse 120 eindeutig und mit Sicherheit mit der zweiten, höheren Drehzahl betrieben, so daß eine Kühlwirkung mit höherer Leistung auf seiten des Kühlers 15 erreicht wird (unter der Voraussetzung, daß die Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels über der Kopf-Kühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur liegt). Dies ist im Hinblick auf eine Verbesserung in der Wirksamkeit des Kühlers 15 bezüglich der Wärmezerstreuung während des Überhitzungszustandes des Motors 1 von Nutzen und Vorteil, da eine stärkere Kühlung des diesen durchfließenden Kühlmittels erreicht und der Motorüberhitzungszustand wirksamer beherrscht wird. Die weiteren Einzelheiten der zweiten Ausführungsform des Kühlsystems und -verfahrens werden dem Fachmann aus den obigen Erläuterungen und der Analogie mit dem ersten Ausführungsbeispiel klar.

Die Fig. 6 zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine und eines Verfahrens zum Betrieb dieses Kühlsystems, wobei diese Ausführungsform derjenigen der Fig. 1 und 5 zum Teil gleichartig ist und gleiche Bauelemente mit denselben Bezugszahlen wie in den Fig. 1 bis 5 bezeichnet sind.

X

Bei dieser dritten Ausführungsform besteht der einzige Unterschied zur baulichen Ausbildung gemäß der ersten Ausführungsform darin, daß zwei Kühlgebläse 120a und 120b mit je einer Abtriebswelle 122a, 122b eines eigenen E-Motors 121a und 121b vorgesehen sind. Demgemäß sind auch zwei Schaltrelais 125a sowie 125b vorhanden, die jeweils die Energiezufuhr zu einem zugeordneten E-Motor 121a bzw. 121b steuern und ihrerseits wieder durch vom Steuergerät 48 zugeführte elektrische Signale geschaltet werden.

Bei dieser Ausführungsform ist das Kühlgebläse 120a das größere (Primärgebläse), während das Kühlgebläse 120b das kleinere ist (Sekundärgebläse). Ferner sind die Eigenschaften des Steuergeräts 48 in bezug auf die Art der Zufuhr von Steuersignalen zu den fünf Steuerventilen 13, 19, 22, 25 und 28 entsprechend den von den Temperaturfühlern 49a sowie 49b gelieferten Signalen dieselben wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform, während naturgemäß Unterschiede in bezug auf die Zufuhr von elektrischen Betätigungssignalen zu den Schaltrelais 125a und 125b bestehen.

Im einzelnen steuert das Steuergerät 48 auf der Grundlage der vom Block-Kühlmittelfühler 49b erfaßten Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels die Tätigkeit der Schaltrelais 125a und 125b derart, daß die Gebläsemotoren 121a und 121b in der folgenden Weise betrieben werden:

- wenn die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels geringer ist als die sog. Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wie zuvor der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von 80°C gleich oder etwas höher als diese sein kann, z.B. 90°C, dann hält das Steuergerät 48 die Schaltrelais 125a, 125b im AUS-Zustand, so daß kein Strom hindurchfließen kann und somit die Gebläse 120a, 120b nicht betrieben werden;

X

- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur höher als die Blockkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, jedoch niedriger ist als die o.a. Motorüberhitzungstemperatur von wiederum beispielsweise 95°C und wenn die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels geringer ist als die sog. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die wiederum wesentlich niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C, also beispielsweise 50°C ist, dann bewirkt das Steuergerät ebenfalls den AUS-Zustand der beiden Schaltrelais 125a und 125b, womit jeglicher Stromdurchgang unterbunden wird und die Gebläse 120a, 120b stillstehen;
- ist die vom Fühler 49a festgestellte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels höher als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann bringt das Steuergerät 48 nur das Schaltrelais 125a in den AN-Zustand, womit nur dem Primär-E-Motor 121a Strom zugeführt und deshalb allein das Primärgebläse 120a betrieben wird;
- wenn dagegen die vom Fühler 49b erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 kommenden Kühlmittels höher ist als die Motorüberhitzungstemperatur, dann bringt das Steuergerät 48 unter der Voraussetzung, daß auch die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel austretenden Kühlmittels höher ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, beide Schaltrelais 125a und 125b in die AN-Stellung, so daß beide Kühlgebläse 120a, 120b in Betrieb gesetzt werden;
- ist dagegen die vom Fühler 49a erfaßte Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 kommenden Kühlmittels geringer als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann schaltet das Steuergerät 48 beide Schaltrelais 125a und 125b in den AUS-Zustand, so daß keines der Kühlgebläse 120a, 120b betrieben wird.

Damit wurde der Aufbau der dritten Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine be-

X

schrieben. Das Verfahren, nach dem diese Ausführungsform arbeitet, ist dem Verfahren, das zur ersten Ausführungsform beschrieben wurde, weitgehend gleichartig. Die Ausnahme liegt darin, daß während des Kühlgebläsebetriebs bei normalem Motorbetrieb, wobei die verschiedenen Steuerventile zur Schaffung von zwei getrennten Kühlkreisläufen für den Zylinderkopf 2 bzw. -block 3, wie Fig. 3 mit bezug auf die erste Ausführungsform schematisch zeigt, gesteuert werden, nur das Primärgebläse 120a betrieben wird, womit ein weniger starker Kühleffekt am Kühler 15 geboten wird. Während des sog. Motorüberhitzungsbetriebs, in dem die verschiedenen Steuerventile so eingestellt werden, daß zwei Verbund- oder Mischkühlkreisläufe für den Zylinderkopf 2 und -block 3 gebildet werden, wie die Fig. 4 für das erste Verfahrensbeispiel schematisch zeigt, werden sowohl das Primärgebläse 120a wie auch das Sekundärgebläse 120b eindeutig und mit Sicherheit betrieben, so daß für den Kühler 15 eine stärkere Kühlwirkung erhalten wird. Wie im Fall der zweiten Ausführungsform ist das in bezug auf eine Verbesserung der Wirkung des Kühlers 15 im Zerstreuen der Hitze während des Überhitzungszustandes des Motors 1 von Nutzen und Vorteil, da das diesen durchfließende Kühlmittel stärker gekühlt und die Überhitzungssituation am Motor wirksam beherrscht wird. Weitere Einzelheiten dieser dritten Ausführungsform ergeben sich für den Fachmann aus der obigen Erläuterung und einer Analogie mit der ersten und/oder zweiten Ausführungsform.

In Fig. 7 ist in zu den Fig. 1, 5 und 6 gleichartiger Weise eine vierte bevorzugte Ausführungsform für ein Kühlsystem einer Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung dargestellt. Auch in dieser Fig. 7 sind zu den Fig. 1 bis 6 entsprechende Bauelemente mit denselben Bezugszahlen bezeichnet.

X

Der einzige bauliche Unterschied dieser vierten gegenüber der ersten Ausführungsform liegt darin, daß das Kühlgebläse 120 nicht von einem E-Motor, sondern von einer mit seiner Antriebswelle 127 verbundenen Elektromagnetkupplung 128, die von bekannter Bauart sein kann, getrieben wird. Eingangsseitig ist die EM-Kupplung 128 an die Kurbelwelle 30 des Motors 1 angeschlossen, wie durch die gestrichelte Linie in Fig. 7 angedeutet ist. Wenn bei dieser vierten Ausführungsform das Schaltrelais 125 vom Steuergerät 48 in die AN-Stellung gebracht wird, so wird die EM-Kupplung 128 erregt, womit sie die Drehung der Kurbelwelle 30 auf die Welle 127 des Kühlgebläses 120 überträgt. Das Steuergerät 48 entspricht in diesem Fall exakt in seiner Ausgestaltung dem Steuergerät, das bei der ersten Ausführungsform zur Anwendung kommt. Somit werden Einzelheiten für das Arbeiten der vierten Ausführungsform aus den bereits gegebenen Erläuterungen und in Analogie zur ersten Ausführungsform klar.

In einer zu den Fig. 1, 5, 6 und 7 weitgehend gleichartigen Weise zeigt die Fig. 8 eine fünfte bevorzugte Ausführungsform für ein Kühlsystem einer Brennkraftmaschine sowie ein fünftes Ausführungsbeispiel für ein Kühlverfahren gemäß der Erfindung. Zu den vorherigen Ausführungsformen (Fig. 1 bis 7) gleiche Bauelemente sind wiederum mit gleichen Bezugszahlen bezeichnet.

Bei dieser fünften Ausführungsform sind die konstruktiven Unterschiede zur ersten Ausführungsform recht beträchtlich, da hier ein Mikrocomputer zur Steuerung des Kühlsystems nicht erforderlich ist. Die Ventile, die der Steuerung des Kühlmittelflusses bei dieser fünften Vorrichtung dienen, sind zu einer temperaturempfindlichen Steuerventilgruppe 50 zusammengefaßt und werden, wie aus der folgenden Beschreibung deutlich wird, unmittelbar durch auf Wärme ansprechende Stellglieder ohne jegliche elektrische Steuerung betätigt. Die Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch die Ventilgruppe 50, die

X

anderen Bauelemente des Kühlsystems, des Motors 1 u. dgl. sind schematisch dargestellt.

Das Gehäuse der Steuerventilgruppe 50 besteht aus einem Ventilblock 51 und einem mit diesem zusammengepaßten Mantel 52. Innerhalb des Gehäuses sind fünf Ventilkammern 54a, 54b, 55, 56 und 57 abgegrenzt. Ein Kanal 58 führt von der Ventilkammer 54a zur Außenseite, während eine Ventilöffnung 84 die Ventilkammer 54a mit der Ventilkammer 57 verbinden kann. Eine weitere Ventilöffnung 74 stellt eine Verbindung zwischen den Ventilkammern 54a und 55 her. Von der Ventilkammer 54b führt ein Kanal 63 zur Außenseite, während eine Ventilöffnung 62 diese Kammer 54b mit der Ventilkammer 57 verbinden kann. Eine weitere Ventilöffnung 67 ist zwischen der Kammer 54b und der Ventilkammer 56 vorgesehen. Von der Ventilkammer 57 führt ein Kanal 61 zur Außenseite, ein weiterer Kanal 59 führt von der Kammer 57 zur Außenseite und noch ein Kanal 60 führt von der Ventilkammer 56 ebenfalls zur Außenseite. Zwischen den Ventilkammern 55 und 56 befindet sich eine weitere Ventilöffnung 70. Zwei Ventil-Stellantriebe 64 und 78 mit insgesamt fünf Ventiltellern oder Absperrgliedern sind zur Steuerung der fünf Ventilöffnungen 84, 74, 62, 67 und 70 vorgesehen.

Der Ventil-Stellantrieb 64 umfaßt einen rohrförmigen Topf 66, an dem ein Ventilteller 68 fest angebracht ist, der mit der Ventilöffnung 67 zwischen den Kammern 54b und 56 zusammenarbeitet, indem er sich in diese Öffnung 67 von unten her (in Fig. 8) annähert oder von dieser sich wegbewegt, um somit in ausgewählter Weise die Ventilöffnung 67 zu verschließen oder zu öffnen. Ferner ist ein mit dem Topf 66 einstückig gestaltetes Nadelführungsglied 69 vorgesehen, an dem ein Ventilteller 71 fest angebracht ist, der mit der Ventilöffnung 70 zwischen den Kammern 55 und 56 zusammenwirkt, um diese nach Wahl durch Annäherung an diese von oben (in Fig. 8)

X

zu verschließen oder durch Wegbewegen von dieser zu öffnen. Das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 und den Ventiltellern 68 sowie 71 bestehende verbundene Bauteil steht unter dem aufwärts (in Fig. 8) gerichteten Druck einer Schraubendruckfeder 76, die also in der Richtung eines Schließens der Ventilöffnung 67 durch den Ventilteller 68 und eines Öffnens der Ventilöffnung 70 durch den Ventilteller 71 wirkt.

In das Nadelführungsglied 69 ist eine Ventilnadel 72 verschiebbar eingefügt, und zwischen dem Ende der Ventilnadel 72 sowie dem unteren (in Fig. 8) geschlossenen Ende des Nadelführungsgliedes 69 ist eine Kammer bestimmt, in der eine Masse 73 eines unter Wärme sich ausdehnenden Materials, z.B. eine Art von an sich bekanntem Thermowachs, aufgenommen ist. Am (in Fig. 8) oberen Ende der Ventilnadel 72 ist ein Ventilteller 75 befestigt, der mit der Ventilöffnung 74 zwischen den Kammern 54a und 55 zusammenarbeitet, indem er von deren (in Fig. 8) Oberseite her zu ihrem Schließen herangeführt oder von der Oberseite der Öffnung 74 zum Öffnen wegbewegt wird. Dieser Ventilteller 75 steht unter einem (in Fig. 8) abwärts gerichteten Druck einer Schraubendruckfeder 77, die gegen ein am Hauptteil der zusammengesetzten Steuerventilgruppe 50 befestigtes Bauglied anliegt, so daß sie bestrebt ist, die Öffnung 74 mittels des Ventiltellers 75 zu verschließen.

Dieses wärmeempfindliche Stellglied 65 spricht auf die Temperatur des in der Ventilkammer 56 enthaltenen Kühlmittels an, und der Druck innerhalb der Kammer des Nadelführungsglieds 69, der durch die thermische Dehnung der Wachsmasse 73 erzeugt wird, wird groß genug, um das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 und den Ventiltellern 68 sowie 71 bestehende verbundene Bauteil (in Fig. 8) abwärts gegen die Kraft der Feder 76 zu drücken und im wesentlichen gleichzeitig den Ventilteller 75 gegen die Kraft der Feder 77 aufwärts

X

zu bewegen, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Ventilkammer 56 über die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z. B. 80°C ansteigt, die dieser Temperatur bei den zuerst abgehandelten vier Ausführungsformen entspricht.

Ferner umfaßt der Ventil-Stellantrieb 78 ein wärmeempfindliches Stellglied 79 mit einem rohrförmigen Topf 80, an dem über eine Stange 81 ein Ventilteller 82 befestigt ist, der mit der Ventilöffnung 62 zwischen den Ventilkammern 54b und 57 zusammenwirkt, um in ausgewählter Weise durch Heranführen an diese Öffnung 62 von oben (in Fig. 8) diese zu verschließen oder durch Wegbewegen von der Öffnung 62 diese zu öffnen. An einem am Topf 80 einstückig angebrachten Nadelführungsglied 83 ist ein Ventilteller 85 befestigt, der mit der Ventilöffnung 84 zwischen den Ventilkammern 54a und 57 zusammenarbeitet, indem er in ausgewählter Weise zum Schließen dieser Öffnung 84 von unten (in Fig. 8) an diese herangeführt oder zum Öffnen dieser von ihr wegbewegt wird. Das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 sowie den Ventiltellern 82 und 85 zusammengesetzte Bauteil wird von einer Schraubendruckfeder 89 aufwärts (in Fig. 8) gedrückt, d.h. in der Richtung, in der der Ventilteller 82 die Ventilöffnung 62 freigibt und der Ventilteller 85 die Öffnung 84 schließt.

Im Nadelführungsglied 83 ist eine Ventilnadel 86 verschiebbar angeordnet, und in der zwischen dem Ende dieser Ventilnadel 86 sowie dem geschlossenen unteren Ende des Nadelführungsglieds 83 abgegrenzten Kammer ist eine Masse 88 aus unter Wärme sich ausdehnendem Material, wie z.B. an sich bekanntes Thermowachs, aufgenommen. Das (in Fig. 8) obere Ende der Ventilnadel 86 ist an einem Ventilkäfig 87 befestigt, der seinerseits am Gehäuse der Steuerventilgruppe 50 fest angebracht ist. Wenn sich die Thermowachsmasse 88 im Ansprechen auf die Temperatur des Kühlmittels in der Ventilkammer

X

57 ausreichend ausdehnt, so drückt sie die Ventalnadel 86 aus dem Führungsglied 83 heraus und bewegt unter Überwindung der Kraft der Feder 89 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 sowie den Ventiltellern 82, 85 gebildete Bauteil (in Fig. 8) abwärts, d.h. in der Richtung, in der der Ventilteller 82 zum Schließen der Ventilöffnung 62 und der Ventilteller 85 zum Freigeben der Öffnung 84 bewegt werden.

Das wärmeempfindliche Stellglied 79 spricht auf die Temperatur des in der Ventilkammer 57 enthaltenen Kühlmittels an. Der in der Kammer im Nadelführungsglied 83 durch die Wärmedehnung der Wachsmasse 88 erzeugte Druck wird groß genug, um das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82, 85 zusammengesetzte Bauteil abwärts (in Fig. 8) gegen die Kraft der Feder 89 zu drücken, wenn die Kühlmitteltemperatur in der Ventilkammer 57 die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C, die der Überhitzungstemperatur bei den zuvor erläuterten vier Ausführungsformen entspricht, übersteigt. Gemäß einem besonderen Merkmal dieser fünften Ausführungsform ist dafür gesorgt, daß diese Umschaltung des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 bei der Motorüberhitzungstemperatur nicht plötzlich erfolgt, sondern allmählich über einen bestimmten Temperaturbereich abläuft, wobei das Stellglied 79 die Ventilteller 82 und 85 langsam fortschreitend mit Ansteigen der Temperatur des Kühlmittels in der Ventilkammer 57 über die Motorüberhitzungstemperatur abwärts (in Fig. 8) bewegt.

Die Steuerventilgruppe 50 ist über die nach außen führenden Kanäle mit dem Kühlsystem in der folgenden Weise verbunden:
- der zur Ventilkammer 54a sich öffnende Kanal 58 ist über eine Leitung 90 mit dem Eintrittsverteiler 15a des Kühlers 15 verbunden;

X

- der mit der Ventilkammer 55 in Verbindung stehende Kanal 59 ist über eine Leitung 91 an den Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 angeschlossen;
- der mit der Ventilkammer 56 verbundene Kanal 60 ist über eine Leitung 92 an die Saugseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises angeschlossen;
- der zur Ventilkammer 57 sich öffnende Kanal 61 ist über eine Leitung 93 mit dem Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5 verbunden;
- der mit der Ventilkammer 54b in Verbindung stehende Kanal 63 ist über die aufeinanderfolgenden Leitungen 94 und 95 mit der Saugseite der Umwälzpumpe 10 für den Kopfkreis verbunden, und ferner führt vom Verbindungspunkt der Leitungen 94, 95 eine Leitung 96 zum Austrittssammler 15b des Kühlers 15.

Der Kühler 15 wird in ausgewählter Weise mit einem Zug von Kühlluft durch ein Kühlgebläse 120 versorgt, das auf der Abtriebswelle 122 eines E-Motors 121 befestigt ist. Diese Anordnungen sind zu denjenigen der ersten, in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Ausführungsform gleichartig. Jedoch ist die Art der wahlweisen Zufuhr von elektrischer Energie zum E-Motor 121 bei der fünften Ausführungsform andersartig. Dem E-Motor 121 wird Energie von der Fahrzeugbatterie 123 über eine Serienschaltung des Zündschalters 124 mit einem AN/AUS-Schaltrelais 130 und einem AN/AUS-Schaltrelais 131 zugeführt. Ein Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a liefert ein elektrisches Ausgangssignal, das für die Temperatur des sein Fühlelement umgebenden Kühlmittels kennzeichnend ist, und dieser Fühler 132a ist in die Leitung 91 nahe ihrer Anschlußstelle an den Kühlmittelauslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 eingesetzt. Ein gleichartiger Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a liegt in der Leitung 93 nahe deren Anschluß an den Auslaß 9 des Block-Kühlmantels 5.

X

Die von diesen beiden Fühlern 132a und 133a abgegebenen Ausgangssignale werden jeweils an elektrische Regler 132 und 133 gelegt, die hier nur in bezug auf ihre Funktion erläutert werden, nicht in bezug auf ihre Konstruktion, da hierfür verschiedenartige Möglichkeiten bestehen, die dem Fachman auf Grund der folgenden Erläuterung geläufig sind. Diese Regler 132, 133 haben bei der in Rede stehenden Ausführungsform die folgenden Betriebsmerkmale. Dem Regler 132 wird an seinem Anschluß x von der Batterie 123 Spannung zugeführt, die zum Anschluß y geleitet wird, um das Schaltrelais 130 in die AN-Stellung zu bringen, wenn und nur wenn das dem Anschluß z vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a zugeführte Signal eine Kühlmitteltemperatur am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 kennzeichnet, die gleich der oder höher ist als die o.a. Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C oder einen bestimmten, etwas darüber liegenden Wert, beispielsweise 90°C, hat. Der Regler 133 empfängt an seinem Anschluß x die Spannung von der Batterie 123, die zum Anschluß y übertragen wird, um das Schaltrelais 131 in den AN-Zustand zu bringen, wenn und nur wenn das am Anschluß z zugeführte Signal vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a für eine Temperatur des am Auslaß 9 vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels kennzeichnend ist, die gleich oder höher als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C ist.

Die das Heizaggregat 34 betreffende Anordnung ist die gleiche wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen, so daß eine weitere Erläuterung unterbleiben kann.

Die Art und Weise, in der die oben im Hinblick auf ihre konstruktive Ausbildung beschriebene fünfte bevorzugte Ausführungsform eines Kühlsystems gemäß der Erfindung für eine Brennkraftmaschine das Kühlverfahren gemäß der Erfindung verwirklicht, wird nachfolgend erläutert.

X

Die Fig. 8 zeigt die Stellung der verschiedenen Steuerventile in dem Betriebszustand des Motors, in dem dieser noch nicht ganz warmgelaufen ist, d.h., in dem die Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, unter der Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C liegt. In diesem Zustand stellen, wie Fig. 8 zeigt und oben gesagt wurde, die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu den zugeordneten Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 und 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 ist geschlossen, so daß die Verbindung zwischen den Kammern 54b und 56 abgesperrt ist;
- die Ventilöffnung 70 ist offen, womit die Kammern 55 und 56 verbunden sind;
- Ventilöffnung 74 ist geschlossen, so daß zwischen den Kammern 54a und 55 keine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 62 ist offen, womit zwischen den Kammern 54b und 57 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 84 ist geschlossen, so daß die Kammern 54a und 57 voneinander getrennt sind.

Ferner führt, wie gesagt wurde, der elektrische Regler 133 seinem Anschluß y keine Spannung zu, so daß das Schaltrelais 131 im AUS-Zustand ist und das Gebläse 120 nicht betrieben werden kann.

Somit durchfließt das an der Druckseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises ausgeführte Kühlmittel in der folgenden Reihenfolge den Einlaß 6, den Kopf-Kühlmantel 4, den Auslaß 7, die Leitung 91, wobei es am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbeifließt, den Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 55, die Ventilöffnung 70, die Ventilkammer 56, den Kanal 60, die Leitung 92, die Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises, den Einlaß 8, den Block-Kühlmantel 5, den Auslaß 9, die Leitung 93,

X

wobei es am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbeifließt, den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 57, die Ventilöffnung 62, die Ventilkammer 54b, den Kanal 63, die Leitung 94 und die Leitung 95 zum Wiedereintritt an der Saugseite der Umwälzpumpe 10. In diesem Betriebszustand sind also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in einem Kreislauf hintereinandergeschaltet, in dem auch die Umwälzpumpen 10 und 11 in Serie liegen, und das Kühlmittel wird durch den Kopf- sowie Block-Kühlmantel 4, 5 und zurück zum Kopf-Kühlmantel 4 umgewälzt, ohne durch den Kühler 15 zu fließen. Auch wird das Kühlgebläse 120 keinesfalls in Betrieb gesetzt.

Das bedeutet, daß wie bei der ersten Ausführungsform während dieses Warmlauf-Betriebszustandes des Motors die durch die Kraftstoffverbrennung in den Brennräumen des Motors 1 an den Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell und unmittelbar zum Zylinderblock 3 überführt wird, womit der Aufwärmvorgang des Zylinderblocks 3 beschleunigt wird, was gegensätzlich ist zu einem Kühlsystem, bei dem vollkommen getrennte Kühlkreisläufe für den Zylinderkopf sowie -block vorgesehen sind. Damit wird die für das Warmlaufen des Motors benötigte Zeit herabgesetzt, während der Temperaturanstieg für das Schmiermittel, der stark von der Schnelligkeit, mit der der Zylinderblock aufgewärmt wird, abhängt, beschleunigt wird. Dadurch werden sowohl der Verschleiß an den mechanischen Teilen des Motors 1 wie auch die Erzeugung von Abgasemissionen vermindert.

Selbst wenn die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 5 über den Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 132a erfaßt wird, während des Warmlaufens höher werden sollte als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C, dann wird, da die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden

X

Kühlmittels noch niedriger ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von z.B. 80°C , das Kühlgebläse 120 mit Sicherheit nicht in Gang gesetzt, weil die Schaltrelais 130 und 131 hintereinander liegen. Ein solcher Betrieb wäre zu dieser Zeit selbstverständlich nutzlos, da kein Kühlmittel durch den Kühler 15 fließt, und demzufolge ist der Stillstand des Gebläses 120 sinnvoll und richtig.

Es soll nun der Fall betrachtet werden, wobei der Motor bereits vollkommen warmgelaufen ist, d.h., daß die vom Fühler 133a erfaßte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels höher ist als die Motorwarmlauf-Abschlußtemperatur von beispielsweise 80°C . In diesem warmgelaufenen Zustand führt der Regler 133, wie oben gesagt wurde, mit Sicherheit seinem Anschluß y Spannung zu, so daß das Schaltrelais 131 in den AN-Zustand übergeht. Somit wird die AN/AUS-Steuerung des Kühlgebläses 120 allein vom Regler 132 bewirkt, und zwar je nachdem, ob die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels über oder unter der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von z.B. 50°C liegt oder nicht, da die Schaltrelais 130 und 131 in Serie geschaltet sind.

Es soll hier zuerst der Fall betrachtet werden, in dem die Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a festgestellt wird, niedriger ist als die bestimmte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C . Im Übergang vom nicht völlig warmgelaufenen Betriebszustand zu diesem Zustand zwingt, wie gesagt wurde, die Ausdehnung der Thermowachsmasse 73 des wärmempfindlichen Stellglieds 65 das aus dem Topf 66, dem Nadelführungsglied 69 sowie den Ventiltellern 68, 71 zusammengefügte Bauteil (in Fig. 8) entgegen der Kraft der Feder 76, die überwunden wird, abwärts und drückt den Ventilteller 75 unter Überwindung der von der Feder 77 ausgeübten Gegenkraft aufwärts.

X

Damit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu ihren zugeordneten Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 sowie 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird geöffnet, womit die Kammern 54b und 56 verbunden werden;
- die Ventilöffnung 70 wird geschlossen, so daß die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird geöffnet, womit zwischen den Kammern 54a und 55 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 62 wird geöffnet, womit die Kammern 54b und 57 verbunden sind;
- die Ventilöffnung 84 wird geschlossen, so daß die Kammern 54a und 57 gegeneinander abgesperrt sind.

Somit wird das von der Kühlmittelpumpe 10 des Kopf-Kreises an ihrer Druckseite ausgeforderte Kühlmittel in der folgenden Reihenfolge die Bauelemente durchfließen: den Einlaß 6, den Kopf-Kühlmantel 4, den Auslaß 7, die Leitung 91, wobei es am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbeiströmt, den Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilöffnung 74, die Ventilkammer 54a, den Kanal 58, die Leitung 90, den Kühler 15, die Leitung 96 und die Leitung 95, womit es zur Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises zurückgeführt wird.

Andererseits wird das auf der Druckseite der Kühlmittel-Umwälzpumpe 11 des Blockkreises ausgeforderte Kühlmittel die Bauteile in der folgenden Reihenfolge durchfließen: den Einlaß 8, den Block-Kühlmantel 5, den Auslaß 9, die Leitung 93, wobei es am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbeifließt, den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, die Ventilkammer 57, die Ventilöffnung 62, die Ventilkammer 54b, die Ventilöffnung 67, die Kammer 56, den Kanal 60 und die Leitung 92, über die es zur Saugseite der Umwälzpumpe 11 gelangt.

X

In diesem Betriebszustand liegen also der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei unabhängigen Kreisen, durch die das Kühlmittel mit Hilfe der Pumpen 10 und 11 umgewälzt wird, wobei in den Kühlmittelkreis, der dem Kopf-Kühlmantel 4 zugeordnet ist, auch der Kühler 15 in Reihe eingeschaltet ist, während der Block-Kühlmittelkreis den Kühler nicht mit einschließt. Ferner tritt zu diesem Zeitpunkt keine nennenswerte Strömung durch die Leitung 94 und damit kaum eine Mischung der beiden unabhängigen Kühlmittelkreise auf, da diese Kreise miteinander nur an einer Stelle - nämlich der Leitung 94 - miteinander Verbindung haben.

Wie bei den vorher beschriebenen Ausführungsformen bedeutet das, daß während des Betriebszustandes mit warmgelaufenem Motor die durch die Verbrennung in den Brennräumen des Motors 1 an den Zylinderkopf 2 abgegebene Hitze schnell sowie unmittelbar durch Übertragung zum Kühler 15 abgeführt und demzufolge der Zylinderkopf 2 stark gekühlt wird; andererseits wird zu diesem Zeitpunkt die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nicht durch irgendeine Kühlwirkung des Kühlers 15 zerstreut. Insofern wird der Zylinderkopf 2 sehr kühl gehalten, was den mechanischen Oktanwert des Motors 1 erhöht, d.h. dazu beiträgt, sein Klopfen zu verhindern. Andererseits kann der Zylinderblock recht heiß werden, und damit wird die Temperatur des Schmiermittels im Motor 1 auf einem hohen Wert gehalten, wodurch die Schmierung des Motors verbessert wird, der Verschleiß an dessen mechanischen Teilen herabgesetzt wird und die Reibungsverluste im Motor vermindert werden. Somit werden auch durch dieses Kühlsystem und -verfahren die Motorleistung sowie die Kraftstoffwirtschaftlichkeit in vorteilhafter Weise gesteigert, wobei zugleich die Qualität der Abgasemissionen verbessert wird.

X

Wenn während des Betriebs mit warmgelaufenem Motor die vom Fühler 132a ermittelte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels höher wird als die o.a. Kopfkühlmittel- Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C, dann wird das Kühlgebläse 120 durch den Regler 132 betätigt, der die Spannung an seinen y-Anschluß legt, womit das Schaltrelais 130 geschlossen wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung scharf und beträchtlich erhöht, womit das den Zylinderkopf 2 durchfließende Kühlmittel und dieser selbst heruntergekühlt werden. Wenn aber nun die vom Fühler 132a festgestellte Temperatur des am Auslaß 7 des Kopf-Kühlmantels 4 austretenden Kühlmittels geringer wird als die oben erwähnte Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Gebläse 120 durch den Regler 132 stillgesetzt, der keine Spannung an seinen Anschluß y legt, womit das Schaltrelais 130 geöffnet wird und demzufolge die durch den Kühler 15 gebotene Kühlwirkung scharf sowie wesentlich vermindert wird, womit das den Zylinderkopf 2 durchströmende Kühlmittel und dieser selbst wieder aufwärmen können. Durch diesen Rückkopplungsvorgang kann - wie bei den anderen Ausführungsformen - erwartet werden, daß während eines derartigen Betriebs des Motors 1 die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des den Kopf-Kühlmantel 4 verlassenden Kühlmittels im wesentlichen gleich der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur von beispielsweise 50°C eingehalten wird.

Es sei nun angenommen, daß die vom Fühler 133a erfaßte Temperatur des aus dem Zylinderblock 3 austretenden Kühlmittels beginnt, über die oben festgesetzte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C anzusteigen, was leicht geschehen kann, da der Zylinderblock 3 insgesamt während der oben beschriebenen Betriebsweise des Kühlsystems nicht wesentlich gekühlt wird, und das zeigt die beginnende Überhitzung des Motors 1 an. Am Übergang zu diesem Zustand aus dem nicht überhitzten

X

Betriebszustand des Motors wird durch die Wärmedehnung der Wachsmasse 88 des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82 sowie 85 bestehende Bauteil teilweise - jedoch nicht vollständig - abwärts (in Fig. 8) gedrückt, wobei die Gegenkraft der Feder 89 überwunden wird. Damit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 mit Bezug zu ihren jeweiligen Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 sowie 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird geöffnet, so daß die Ventilkammern 54b und 56 miteinander verbunden sind;
- die Ventilöffnung 70 wird geschlossen, womit die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird geöffnet, womit eine Verbindung zwischen den Kammern 54a und 55 hergestellt wird;
- die Ventilöffnung 62 wird teilweise geöffnet, so daß nur eine eingeschränkte Verbindung zwischen den Kammern 54b und 57 ermöglicht wird;
- die Ventilöffnung 84 wird teilweise geöffnet, so daß eine beschränkte Verbindung zwischen den Kammern 54a und 57 hergestellt wird.

In diesem Fall wird das vorher erläuterte Strömungsschema, wobei ein den Kopf-Kühlmantel 4 und die Kühlmittel-Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises sowie den Kühler 15 einschließender Kühlmittelkreis und ein anderer, den Block-Kühlmantel 5 sowie die Blockkühlmittel-Umwälzpumpe 11 - jedoch nicht den Kühler 15 - umfassender Kühlmittelkreis gebildet werden, teilweise beibehalten, jedoch beginnt auch eine gewisse Mischung des durch diese beiden Kreise fließenden Kühlmittels einzutreten, indem ein gewisser Anteil des vom Auslaß 9 am Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a vorbei und durch die Leitung 93 sowie den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50 eintretenden Kühlmittels nun über die Ventilöffnung 84 in

X

die Ventilkammer 54a abgelenkt wird, so daß dieser Anteil mit dem aus dem Kopf-Kühlmantel 4 kommenden, am Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a vorbei sowie durch die Leitung 91, durch den Kanal 59, durch die Ventilkammer 55, durch die Ventilöffnung 74 in die Ventilkammer 54a geführten Kühlmittel in dieser Kammer 54a gemischt wird. Entsprechend dieser Mischströmung von Kühlmittel aus dem Block-Kühlkreis, die von der Kammer 54a über den Kanal 58 sowie die Leitung 90 zum Kühler 15 und durch diesen geführt wird, wird eine Rückströmung von Kühlmittel durch die vom Kühler 15 ausgehende Leitung 96 in die Leitung 94 sowie in den Kanal 63 der Steuerventilgruppe 50 abgelenkt, in dem eine Mischung mit dem durch die Ventilöffnung 62 eintretenden Strom des Kühlmittels erfolgt, das dann durch die Ventilöffnung 67, die Kammer 56, den Kanal 60 sowie die Leitung 92 fließt, um zur Saugseite der Kühlmittelpumpe 11 des Blockkreises zurückgeführt zu werden. Somit sind in diesem Betriebszustand der Kopf-Kühlmantel 4 und der Block-Kühlmantel 5 in zwei teilweise unabhängige Kühlkreise einbezogen, durch die das Kühlmittel jeweils von der Kopfkreis-Kühlmittelpumpe 10 und von der Blockkreis-Kühlmittelpumpe 11 umgewälzt wird, wobei im ersten Kühlkreis der Kopf-Kühlmantel 4 und der Kühler 15 in Reihe geschaltet sind, während im zweiten Kühlkreis der Block-Kühlmantel - nicht jedoch der Kühler 15 - liegt, aber ein gewisses Mischen zwischen dem im ersten sowie dem im zweiten Kühlkreis umgewälzten Kühlmittel erfolgt. Somit wird ein Teil des durch den Block-Kühlmantel 5 und die zugeordnete Pumpe 11 umgewälzten Kühlmittels gekühlt, indem dieser Teil durch den Kühler 15 geführt wird.

Das bedeutet, daß während des beginnenden Überhitzungsbetriebszustandes des Motors, d.h., wenn der Motor 1 angefangen hat, überhitzt zu werden, der Überhitzungszustand aber noch nicht bis zu diesem Punkt fortgeschritten ist, an dem der Ventil-Stellantrieb 78 vollkommen umgeschaltet hat, die

X

an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze nun teilweise durch die Kühlwirkung des Kühlers 15 zerstreut wird. Insofern ist davon auszugehen, daß der Zylinderblock 3 beginnt, allmählich abgekühlt zu werden, und es kann angenommen werden, daß diese maßvolle Bemühung hinsichtlich einer Abkühlung des Zylinderblocks 3 angemessen ist, den Anstieg in der Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, in Grenzen zu halten, und dazu führt, daß die Temperatur ohne ein weiteres Ansteigen geringer wird als die bewußte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C. Wenn das so ist, dann wird das Kühlsystem in den vorher festgelegten Zustand eines nicht-überhitzten Betriebs zurückkehren.

Während dieses einsetzenden Überhitzungsbetriebszustandes des Motors ist zu erwarten, daß die vom Fühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels naturgemäß höher sein wird als die erwähnte Kopf-kühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, und demzufolge wird das Kühlgebläse 120 vom Regler 132 durch Schließen des Schaltrelais 130 in Gang gesetzt. Folglich wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlung auf ihren hohen Wert gebracht, womit das den Kopf-Kühlmantel 4 durchströmende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 durchfließende Kühlmittel und der Zylinderblock 3 so schnell wie möglich heruntergekühlt werden. Wenn jedoch die vom Kopf-Kühlmitteltemperaturfühler 132a erfaßte Temperatur des aus dem Kopf-Kühlmantel 4 austretenden Kühlmittels geringer ist als die Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, dann wird das Kühlgebläse 120 vom Regler 132, der das Schaltrelais 130 öffnet, nicht in Gang gesetzt. Das wird jedoch kein besonderes Problem aufwerfen, weil für den Block-Kühlkreis in jedem Fall eine gute Kühlwirkung geboten wird, was auf die kühle Temperatur des im Kopf-Kühlkreis umlaufenden

X

Kühlmittels, mit dem das des Block-Kühlkreises gemischt wird, zurückzuführen ist.

Es wird nun der Fall betrachtet, wobei die vom Block-Kühlmitteltemperaturfühler 133a festgestellte Temperatur des aus dem Block-Kühlmantel 5 kommenden Kühlmittels sich ziemlich stark über die festgesetzte Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C angehoben hat, d.h., es ist davon auszugehen, daß die oben beschriebene maßvolle Bemühung im Hinblick auf eine Abkühlung des Zylinderblocks 3 nicht ausreichend gewesen ist, um den Anstieg der Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels zu beherrschen. In diesem Zustand wird, wie oben gesagt wurde, durch die Wärmedehnung der Thermowachsmasse 88 des wärmeempfindlichen Stellglieds 79 das aus dem Topf 80, dem Nadelführungsglied 83, der Stange 81 und den Ventiltellern 82, 85 bestehende Bauteil im maximalen Ausmaß gegen die Kraft der Feder 89, die restlos überwunden wird, abwärts (in Fig. 8) gedrückt. Somit stellen die wärmeempfindlichen Stellglieder 65 und 79 in diesem Betriebszustand die Ventilteller 68, 71, 75, 82 und 85 in bezug auf ihre jeweiligen Ventilöffnungen 67, 70, 74, 62 und 84 in der folgenden Weise ein:

- die Ventilöffnung 67 wird weiterhin offengehalten, so daß zwischen den Kammern 54b und 56 eine Verbindung besteht;
- die Ventilöffnung 70 bleibt geschlossen, womit die Kammern 55 und 56 voneinander getrennt sind;
- die Ventilöffnung 74 wird noch offengehalten, womit die Kammern 54a und 55 verbunden sind;
- die Ventilöffnung 62 wird nun vollkommen abgeschlossen, so daß jegliche Verbindung zwischen den Kammern 54b und 57 gesperrt ist;
- die Ventilöffnung 84 wird gänzlich geöffnet, so daß eine maximale Verbindung zwischen den Kammern 54a und 57 ermöglicht wird.

X

In diesem Fall fließt das vom Kopf-Kühlmantel 4 kommende Kühlmittel am Temperaturfühler 132a vorbei und über die Leitung 91 zum Kanal 59 der Steuerventilgruppe 50, dann durch die Ventilkammer 55, durch die Öffnung 74, durch die Kammer 54a, aus dem Kanal 58 in die Leitung 90, durch den Kühler 15 und durch die Leitungen 96 sowie 95 zurück zur Saugseite der Umwälzpumpe 10 des Kopfkreises. Das aus dem Block-Kühlmantel 5 kommende Kühlmittel fließt am Temperaturfühler 133a vorbei durch die Leitung 93, durch den Kanal 61 der Steuerventilgruppe 50, durch die Ventilkammer 57 sowie in ganzer Menge durch die Öffnung 84, worauf es in die Kammer 54a gelangt, in der es mit dem oben erläuterten Kopfkreis-Kühlmittelstrom gemischt wird, um anschließend durch den Kühler 15 geführt zu werden. Ein entsprechender Rückfluß von Kühlmittel findet über die Leitung 94, den Kanal 63, die Ventilkammer 54b, die Ventilöffnung 67, die Kammer 56 sowie den Kanal 60 zur Leitung 92 und damit zur Saugseite der Umwälzpumpe 11 des Blockkreises statt. Damit sind in diesem Betriebszustand die Kühlkreise für den Kopf-Kühlmantel 4 sowie den Block-Kühlmantel 5 vollständig verbunden, woraus folgt, daß das gesamte Kühlmittel, das durch den Block-Kühlmantel 5 und die Pumpe im Kreislauf umgewälzt wird, durch Führen durch den Kühler 15 gekühlt wird.

Das bedeutet, daß während dieses Not-Kühlbetriebszustandes für den Motor, d.h., wenn der Überhitzungszustand für eine längere Zeit als die kritische Überhitzungszeitdauer bestanden hat, die an den Zylinderblock 3 abgegebene Hitze durch die Kühlwirkung des Kühlers 15 nun so schnell wie möglich abgeführt wird. Damit wird der Zylinderblock 3 eindeutig und sicher rasch sowie stark abgekühlt, und es ist praktisch gewährleistet, daß diese Kühlwirkung angemessen sein wird, um den Anstieg in der Temperatur des vom Block-Kühlmantel 5 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 133a erfaßt wird, zu beherrschen, und daß ein Absinken in der Temperatur unter

X

die Motorüberhitzungstemperatur von z.B. 95°C bewirkt wird. Während dieses Not-Kühlbetriebszustandes wird naturgemäß, wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen, die Temperatur des vom Kopf-Kühlmantel 4 am Auslaß 7 austretenden Kühlmittels, die vom Fühler 132a erfaßt wird, höher sein als die o.a. Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, weshalb in typischer Weise das Kühlgebläse 120 vom Regler 132 durch Schließen des Schaltrelais 130 in Gang gesetzt wird. Demzufolge wird die vom Kühler 15 gebotene Kühlwirkung auf ihrem hohen Wert sein, womit das den Zylinderkopf-Kühlmantel 4 durchfließende Kühlmittel und der Zylinderkopf 2 wie auch das den Block-Kühlmantel 5 durchfließende Kühlmittel sowie der Zylinderblock 3 so schnell wie möglich gekühlt werden; sollte das jedoch tatsächlich nicht der Fall sein, so folgen daraus, wie schon erläutert wurde, keine nachteiligen Wirkungen.

Die Erfindung offenbart somit ein System sowie ein Verfahren zur Kühlung einer Brennkraftmaschine, die einen Zylinderkopf- sowie Zylinderblock-Kühlmantel hat. Hierbei steuert ein Regelungssystem eine Ventilanordnung zur Umwälzung eines Fluids durch ein Leitungsnetz, die Kühlmäntel und einen Kühler in verschiedenen Strömungsschemata. Wenn die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels niedriger ist als eine Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen vereinigten Leitungskreis, der den Kopf- sowie Block-Kühlmantel, nicht aber den Kühler umfaßt, und stellt das Kühlgebläse für den Kühler auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-Kühlmantels höher als die Warmlauf-Abschlußtemperatur und niedriger als eine über dieser liegende Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem zwei im wesentlichen getrennte Leitungskreise, von denen der eine den Kopf-Kühlmantel sowie den Kühler, der andere nur den Block-Kühlmantel umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Block-

X

Kühlmantels höher als die Überhitzungstemperatur, dann erstellt das Regelungssystem einen Leitungskreis, der sowohl den Kopf- als auch den Block-Kühlmantel und den Kühler umfaßt. Ist die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels höher als eine Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur, die gleich der oder geringfügig höher ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, dann stellt das Regelungssystem, wenn die Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels niedriger ist als die Warmlauf-Abschlußtemperatur, das Kühlgebläse auf eine relativ schwache Gebläseleistung ein, während bei über der Kopfkühlmittel-Gebläseeinschalttemperatur liegender Kühlmitteltemperatur des Kopf-Kühlmantels das Regelungssystem die Gebläseleistung relativ stark einstellt.

Die Erfindung ist unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen bzw. -beispiele für diese dargestellt und beschrieben worden, sie ist jedoch nicht darauf oder dadurch begrenzt, denn für den Fachmann dürften sich auf Grund der Offenbarung verschiedene Änderungen und Abwandlungen ergeben, die jedoch als im Rahmen der Erfindung liegend anzusehen sind.

X

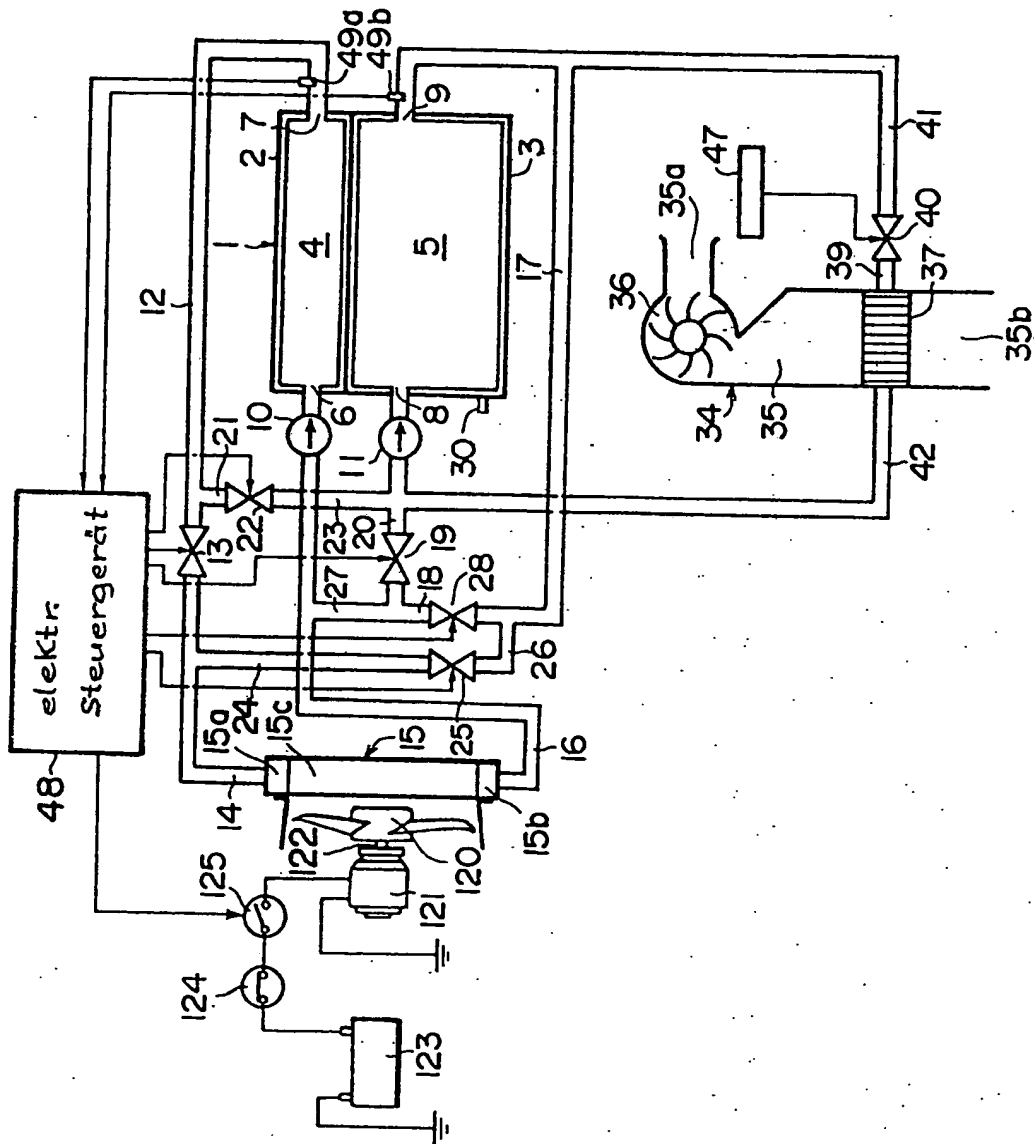
- 69 -

- Leerseite -

Nummer:
 Int. Cl.³:
 Anmeldetag:
 Offenlegungstag:

34 40 504
 F 01 P 7/16
 6. November 1984
 5. Juni 1985

FIG. 1



X

FIG. 2

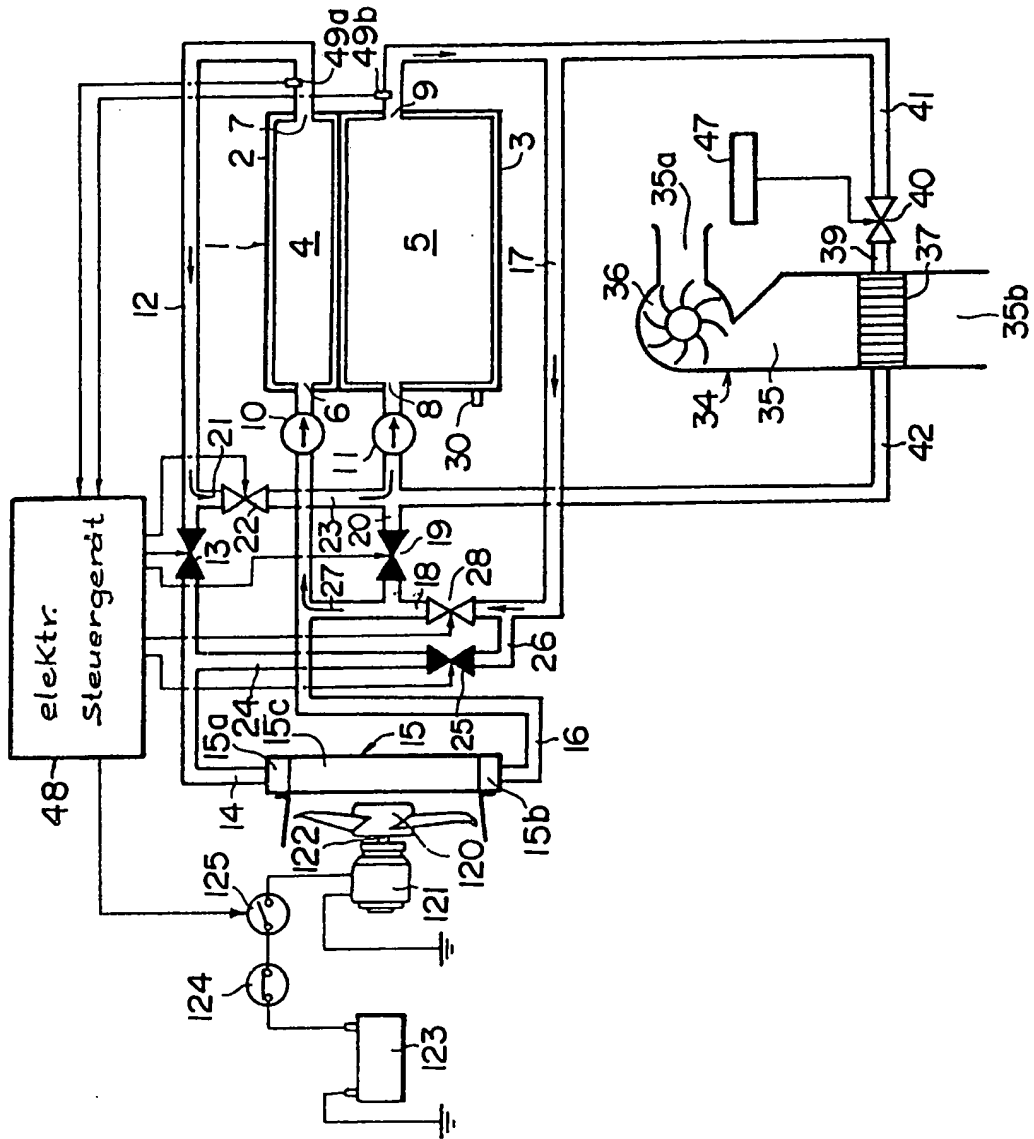
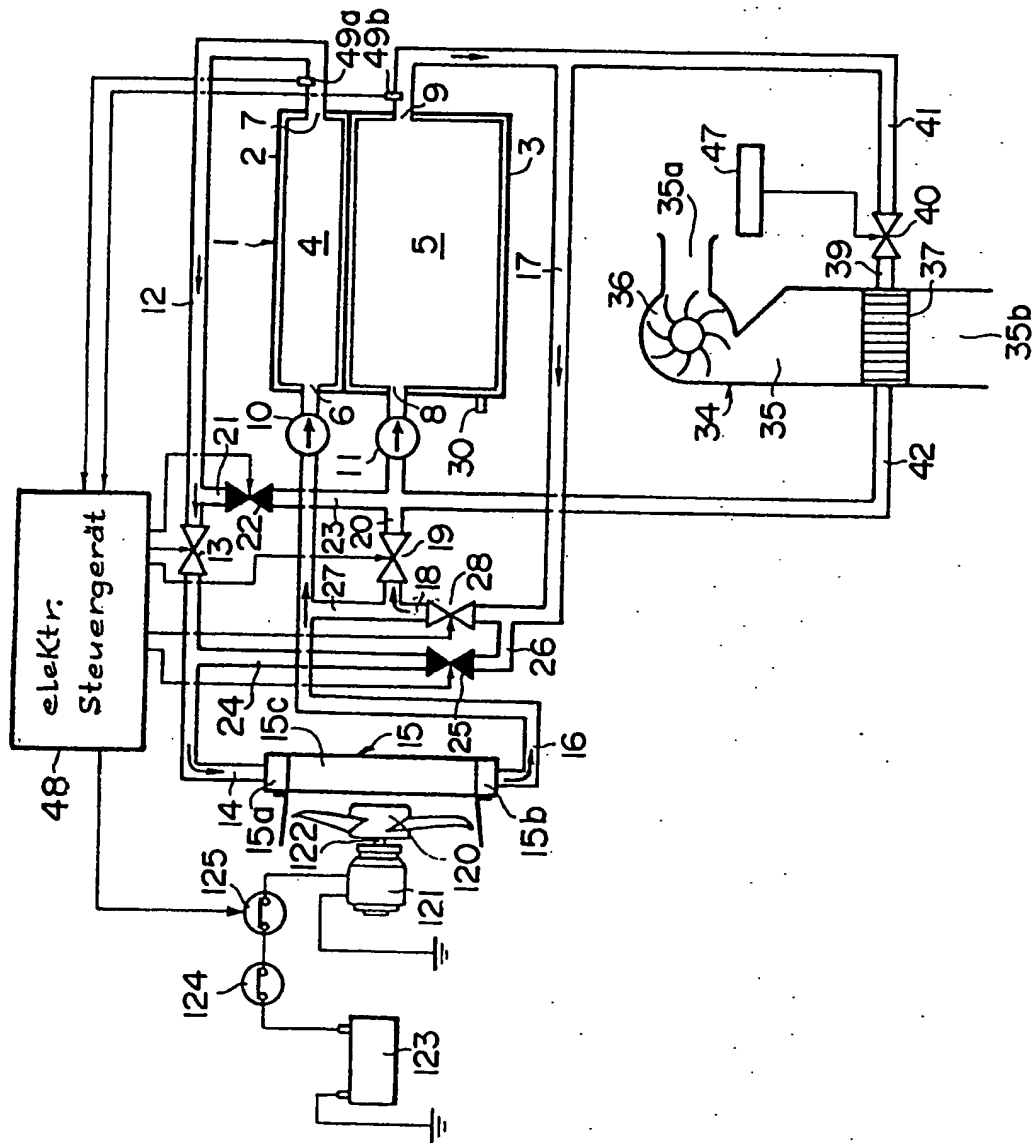


FIG. 3



3440504

3440504

179

FIG. 4

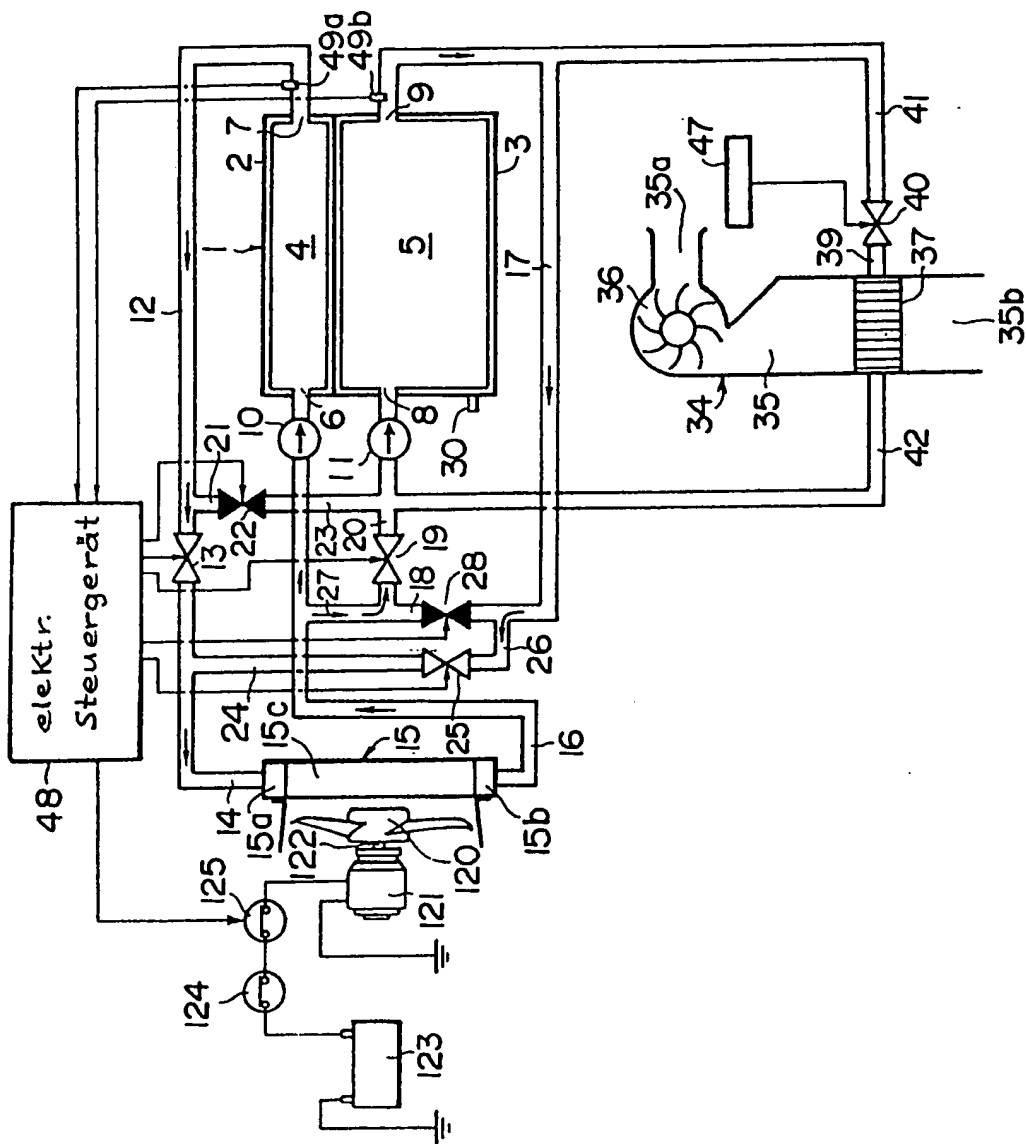


FIG. 5

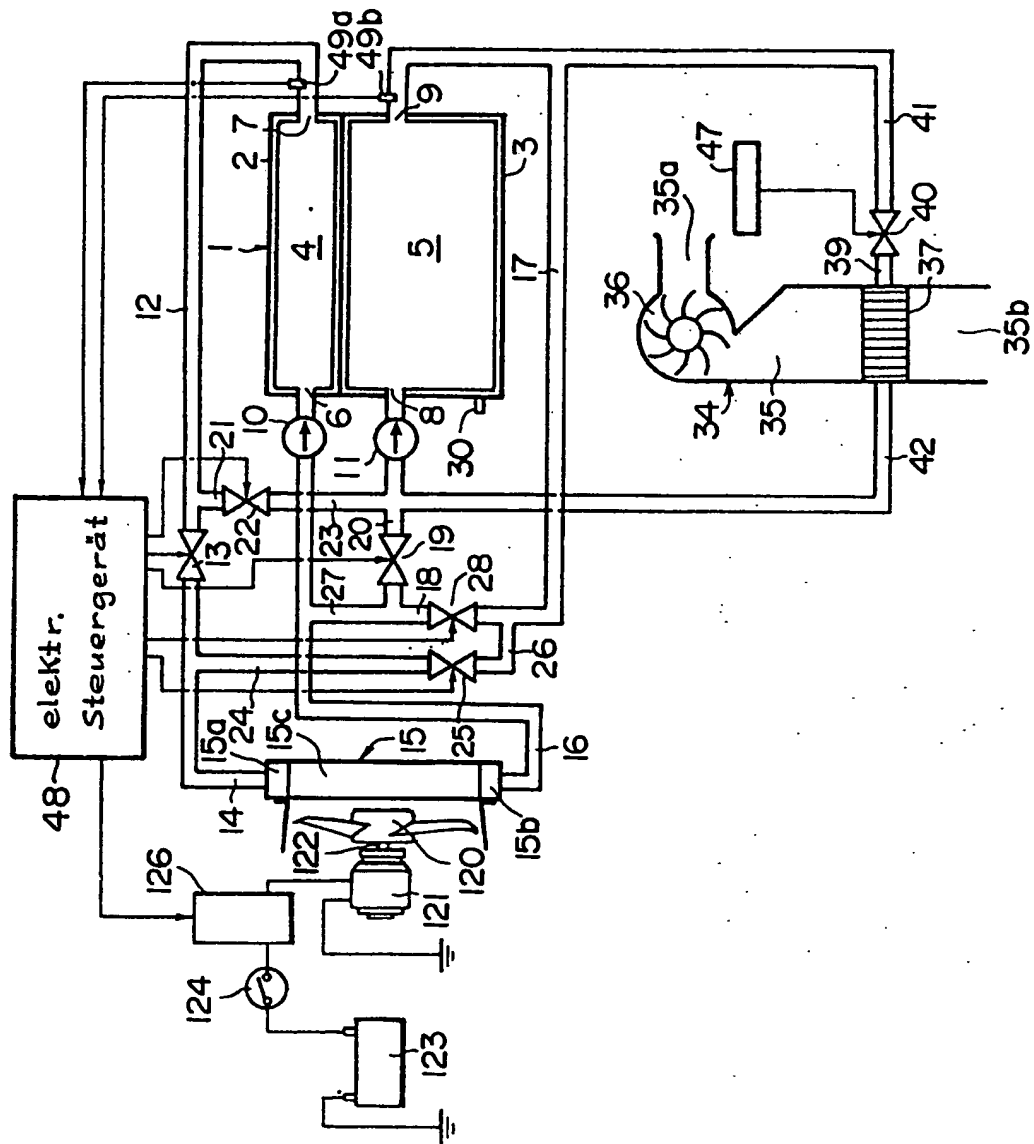


FIG. 6

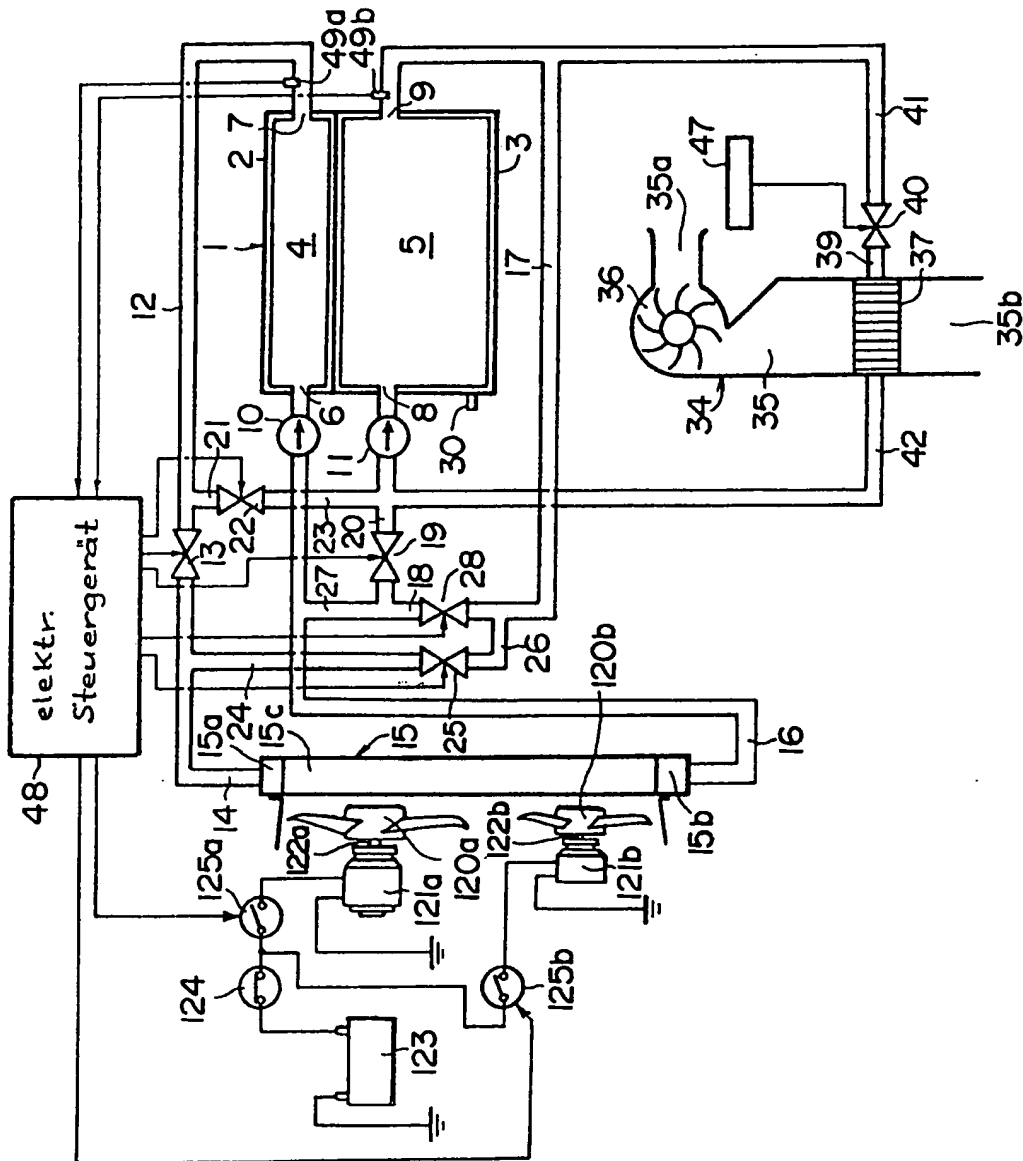


FIG. 7

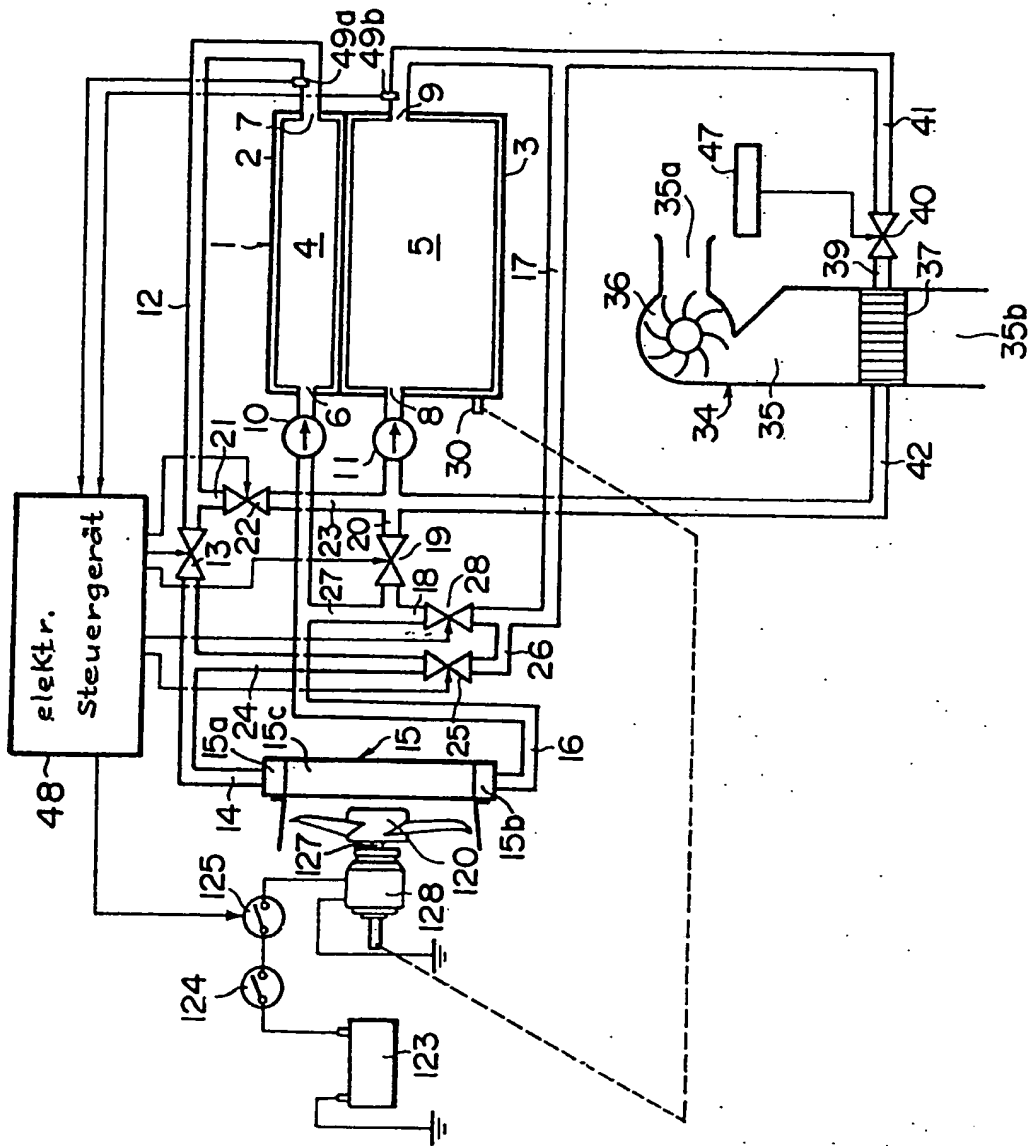
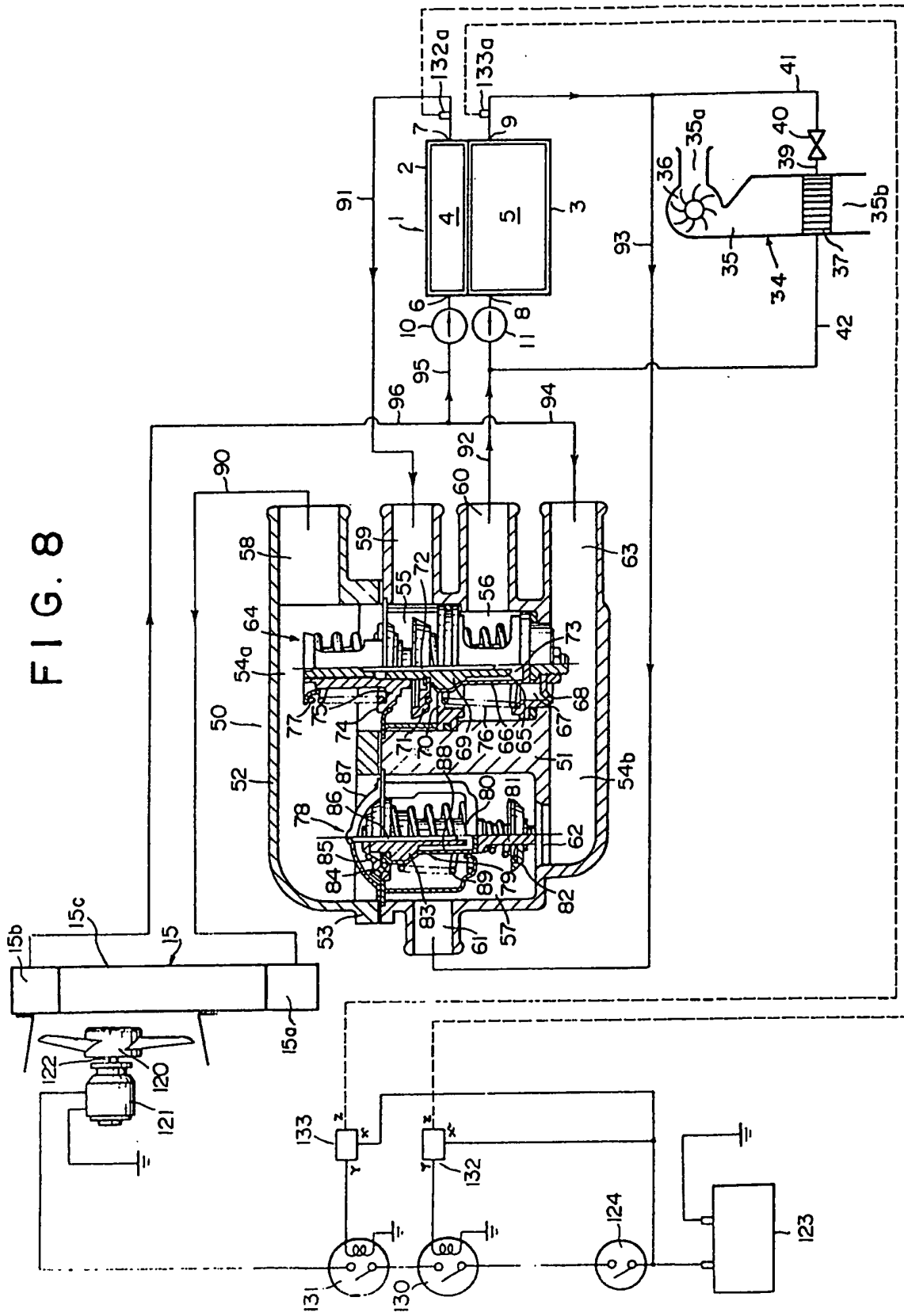


FIG. 8



Rec'd PCT/PTO

08 SEP 2004



nerac.com
PEOPLE POWERED RESEARCHING

[my account](#) [learning center](#) [patent cart](#) [document ca](#)
[home](#)[searching](#)[patents](#)[documents](#)[toc journal watch](#)**Format Examples****US Patent**

US6024053 or 6024053

US Design Patent

D0318249

US Patent Applications

20020012233

World Patents

WO04001234 or WO2004012345

European

EP1067252

Great Britain

GB2018332

German

DE29980239

Nerac Document Number (NDN)certain NDN numbers can be used
for patents[view examples](#)

5.0 recommended

Patent Ordering**Enter Patent Type and Number:** optional reference note
GO

☐ Add patent to cart automatically. If you
uncheck this box then you must *click on*
Publication number and view abstract to Add to
Cart.

0 Patent(s) in Cart

Patent Abstract[Add to cart](#)

GER 2001-02-22 19938614 **Cooling circuit for a
combustion engine**

INVENTOR(S)- Weigold, Thomas 76532 Baden-Baden
DE

INVENTOR(S)- Pfetzer, Johannes 77815 BoOhl DE

INVENTOR(S)- Riehl, Guenther 77830 BoOhlertal DE

INVENTOR(S)- Schmitz, Matthias 76534 Baden-Baden
DE

INVENTOR(S)- Rocklage, Gerta 44797 Bochum DE

INVENTOR(S)- Heidrich, Torsten 71665 Vaihingen DE

APPLICANT(S)- Robert Bosch GmbH 70469 Stuttgart
DE

PATENT NUMBER- 19938614/DE-A1

PATENT APPLICATION NUMBER- 19938614

DATE FILED- 1999-08-14

DOCUMENT TYPE- A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST
PUBLICATION)

PUBLICATION DATE- 2001-02-22

INTERNATIONAL PATENT CLASS- F01P00320;
F01P00302; F01P00716D

PATENT APPLICATION PRIORITY- 19938614, A

PRIORITY COUNTRY CODE- DE, Germany, Ged. Rep. of

PRIORITY DATE- 1999-08-14

FILING LANGUAGE- German

LANGUAGE- German NDN- 203-2261-1423-9

A cooling circuit for a combustion engine covers two parallel
cooling agent channels (4, 5) and a distributor (14) for

dividing a cooling agent stream on the parallel channels (4, 5).

EXEMPLARY CLAIMS- 1. Cooling circuit for a combustion engine (1) marked by a first cooling agent channel (4), by it that at least a second cooling agent channel (5) is connected with the first channel (4) arranged parallel, and that a distributor (14) for dividing a cooling agent stream on the parallel channels (4, 5) in the cooling circuit is arranged. 2. Cooling circuit according to requirement 1, by the fact characterized that the first channel (4) is arranged in the cylinder head (3) of the combustion engine (1) the second channel (5) in the engine mount (2). 3. Cooling circuit according to requirement 1 or 2, by the fact characterized that different parallel cooling ducts are assigned to internal and outside cylinders of the combustion engine. 4. Cooling circuit after one of the preceding requirements, by the fact characterized that a heat exchanger (6) is arranged for heating a passenger space in one (5) the parallel channels in row. 5. Cooling circuit after one of the preceding requirements, by the fact characterized that the distributor (14) is adjustable. 6. Cooling circuit according to requirement 5, characterized by a control unit (15), in such a way which adjusts the distributor (14) that a higher temperature in the engine mount (2) will receive than in the cylinder head (3). 7. Cooling circuit after one of the preceding requirements, by the fact characterized that it covers an electrically operated coolant pump (13). 8. Cooling circuit according to requirement 5 and requirement 7, by the fact characterized that the throughput of the coolant pump (13) of the control unit (15) steered. 9. Cooling circuit after one of the preceding requirements, by the fact characterized that the distributor (14) is designed as mixers. 10. Cooling circuit after one of the requirements 1 to 8, by the fact characterized that the distributor (14) covers at least a throttle valve arranged in one of the parallel channels (4, 5).

NO-DESCRIPTORS



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 38 614 A 1

51 Int. Cl. 7:
F 01 P 3/20

21 Aktenzeichen: 199 38 614.5
22 Anmeldetag: 14. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 22. 2. 2001

DE 199 38 614 A 1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

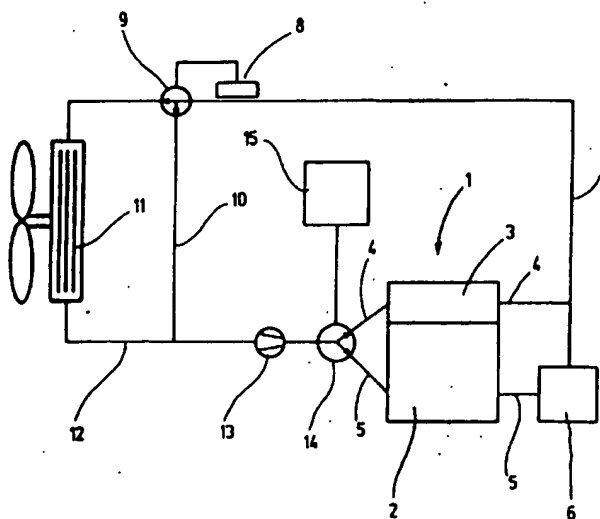
74 Vertreter:
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469
Stuttgart

72 Erfinder:
Weigold, Thomas, 76532 Baden-Baden, DE; Pfetzer,
Johannes, 77815 Bühl, DE; Riehl, Guenther, 77830
Bühlertal, DE; Schmitz, Matthias, 76534
Baden-Baden, DE; Rocklage, Gerta, 44797 Bochum,
DE; Heidrich, Torsten, 71665 Vaihingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Kühlkreislauf für einen Verbrennungsmotor
57 Ein Kühlkreislauf für einen Verbrennungsmotor umfaßt zwei parallele Kühlmittelkanäle (4, 5) und einen Verteiler (14) zum Aufteilen eines Kühlmittelstroms auf die parallelen Kanäle (4, 5).



DE 199 38 614 A 1



Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Kühlkreislauf für einen Verbrennungsmotor.

Die Kühlung eines Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug erfolgt über ein Kühlmedium, das in einem Kühlkreislauf zirkuliert, der in herkömmlicher Weise durch den Verbrennungsmotor verlaufende Kanäle, einen Heizungswärmetauscher zum Beheizen einer Fahrgastzelle des Fahrzeugs, eine Pumpe und einen Kühler zum Abgeben der Abwärme des Verbrennungsmotors an die Umgebung umfaßt.

Das Kühlmedium tritt dabei zunächst in Kanäle des Motorblocks ein, durchströmt diesen in Längsrichtung, durchläuft anschließend einen Zylinderkopf des Verbrennungsmotors und gelangt anschließend zum Kühler. Über eine Zweigleitung kann ein Teil des durch den Motor fließenden Kühlmittelstroms abgegriffen und dem Heizungswärmetauscher zugeführt werden.

Der gesamte Volumenstrom des Kühlmittels ist bestimmt durch die Förderleistung der Pumpe und die Druckverluste in dem Kühlkreislauf. Die Aufteilung des Kühlmittelstroms am Ort der zum Heizungswärmetauscher führenden Verzweigung ist ebenfalls durch die Druckverluste festgelegt.

Die Leistung der einzelnen Komponenten des Kühlkreislaufs muß hier so bemessen werden, daß auch bei kritischen Bedingungen der Motor an der heißesten Stelle noch genügend Kühlung erfährt. Dies macht es bei den herkömmlichen über einen Keilriemen vom Verbrennungsmotor angetriebenen Kühlmittelpumpen erforderlich, den Kühlmitteldurchsatz großzügig zu bemessen. Dies erfordert starke Pumpen mit großem Energieverbrauch. Um diesem Problem zu begegnen, ist in DE 37 02 028 C1 vorgeschlagen worden, die vom Verbrennungsmotor direkt angetriebene Pumpe durch eine elektrisch angetriebene Pumpe zu ersetzen, deren Förderleistung in Abhängigkeit von einem zeitlich veränderlichen Kühlleistungsbedarf regelbar ist. Auch bei einem solchen System ist es aber unerlässlich, einen starken Kühlmittelstrom durch den ganzen Motor zu pumpen, selbst wenn nur lokal die Gefahr einer Überhitzung besteht. Weniger heiße oder kühlungsbedürftige Teile des Motors werden so stärker gekühlt, als erforderlich, nur um zu verhindern, daß die am stärksten gefährdeten Teile des Motors überhitzt. Hier besteht offensichtlich noch Optimierungsbedarf.

Vorteile der Erfindung

Durch die vorliegende Erfindung wird ein Kühlkreislauf für einen Verbrennungsmotor geschaffen, der es erlaubt, die Kühlleistung in unterschiedlichen Bereichen des Motors an den tatsächlich bestehenden Kühlungsbedarf optimal anzupassen. Dadurch kann eine unter allen Betriebsbedingungen ausreichende Kühlung auch mit einer Pumpe mit verringerter Förderleistung garantiert werden. Da außerdem infolge der selektiven Kühlung insgesamt weniger Wärme abgeführt werden muß, kann der Kühler kleiner dimensioniert werden. So werden Platz und Kosten gespart, und der Energieverbrauch eines mit dem Kühlkreislauf ausgestatteten Fahrzeugs wird vermindert.

Der Vorteil wird erreicht mit Hilfe eines Verteilers zum Aufteilen des Kühlmittelstroms auf eine Mehrzahl von parallelen Kanälen des Verbrennungsmotors. Dabei versorgen die einzelnen Kanäle vorzugsweise jeweils Bereiche des Motors mit unterschiedlichem Kühlungsbedarf. So kann einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zufolge zum Beispiel die Kühlmittelversorgung "vertikal" dadurch diffe-

renziert werden, daß jeweils ein Kanal im Motorblock des Verbrennungsmotors und ein zweiter Kanal in dessen Zylinderkopf angeordnet sind. Insbesondere aus tribologischen Gründen ist es zweckmäßig, den Motorblock auf einem höheren Temperaturniveau als den Zylinderkopfbereich zu halten. In letzterem ist aus verbrennungstechnischen Gründen und wegen der schmalen Materialstege eine niedrigere Temperatur erforderlich.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verteilers kann aber auch eine "horizontale" Differenzierung erreicht werden, indem den inneren und äußeren Zylindern des Motors verschiedene parallele Kühlmittelkanäle zugeordnet werden, wobei die innenliegenden, stärker wärmebelasteten Zylinder mit mehr Kühlmittel versorgt werden als die äußeren.

Das Verhältnis der Verteilung von Kühlmittel auf die verschiedenen Kanäle durch den Verteiler kann durch dessen Konstruktion fest vorgegeben sein, wobei die Verteilungsverhältnisse vom Konstrukteur des Verbrennungsmotors zweckmäßigerweise entsprechend einem für die verschiedenen Bereiche des Motors prognostizierten Kühlungsbedarf festgelegt werden.

Bevorzugt ist, daß der Verteiler im Betrieb des Verbrennungsmotors einstellbar ist, insbesondere daß eine Steuerung den Verteiler jeweils entsprechend einer gewünschten Temperaturverteilung im Verbrennungsmotor einstellt. Der Verteiler kann als Mischer ausgebildet sein, das heißt sein Gesamtdurchlaßquerschnitt ist unabhängig vom eingestellten Verteilungsverhältnis im wesentlichen konstant, und lediglich der Anteil der angeschlossenen parallelen Kanäle an dem Durchlaßquerschnitt variiert mit dem Verteilungsverhältnis; er kann aber auch in einem von zwei parallelen Kanälen ein Drosselventil umfassen, dessen Durchlaßquerschnitt einstellbar ist, um eine gewünschte Verteilung zwischen den zwei Kanälen einzustellen.

Figur

Die beigefügte Figur zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Kühlkreislauf.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Figur zeigt in Form eines Blockdiagramms ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Kühlkreislauf. Der Kühlkreislauf umfaßt zwei Kühlkanäle 4, 5, die parallel zueinander jeweils durch einen Motorblock 2 beziehungsweise einen Zylinderkopf 3 eines Verbrennungsmotors 1 verlaufen. Die Parallelität der Kühlkanäle 4, 5 ist dabei selbstverständlich nicht im engen geometrischen Sinne zu sehen, als parallel verstanden werden die Kanäle hier, wenn sie von einem gemeinsamen Ausgangspunkt ausgehen und sich an einem gemeinsamen Punkt wieder treffen und jeweils einen Teil des Gesamtkühlmittelstroms führen.

Nach seinem Austritt aus dem Motorblock 2 verläuft der Kühlkanal 5 durch einen Heizungswärmetauscher 6, wo ihm Wärme zur Beheizung der Fahrgastzelle eines Fahrzeugs entzogen werden kann, in das der Kühlkreislauf eingebaut ist. Der Heizungswärmetauscher ist im Kühlkanal 5 angeordnet, da dessen Nachlauftemperatur in der Regel höher und sein Durchsatz größer ist als der des Kühlkanals 4 des Zylinderkopfs.

Am Ausgang des Heizungswärmetauschers 6 vereinigen die zwei Kühlkanäle 4, 5 zu einer "heißen Leitung" 7, die zu einem durch einen Thermostaten 8 geregelten Mischer 9 führt. Der Mischer 9 teilt den heißen Kühlwasserstrom in einen ersten Teilstrom, der zum Kühler 11 geführt wird, und einen zweiten Teilstrom auf, der über eine zum Kühler 11 parallele Bypassleitung 10 geführt wird und sich mit dem er-



sten Teilstrom wiedervereignet, nachdem dieser den Kühler 11 durchlaufen hat.

Ein Thermostat 8 überwacht die Temperatur des Kühlwassers in der heißen Leitung 7 und regelt das Aufteilungsverhältnis des Mischers 9 und damit die Kühlleistung des Kühlers 11 so, daß eine vorgegebene Solltemperatur nicht überschritten wird. Eine "kalte Leitung" 12 führt vom Kühler 11 beziehungsweise dem Bypass 10 zu einer elektrisch betriebenen Kühlmittelpumpe 13.

Ausgehend von der Pumpe 13 durchläuft das Kühlwasser einen Verteiler 14, der es auf die zwei Kühlkanäle 4, 5 aufteilt. Das Aufteilungsverhältnis im Verteiler 14 ist steuerbar, ein Steuersignal zu diesem Zweck wird von einer Steuereinheit 15 geliefert, die die Temperatur des Motors 1 überwacht, und die auch die Förderleistung der Pumpe 13 regelt. Bei dieser Steuereinheit 15 kann es sich um eine speziell für diesen Zweck vorgesehene Schaltung handeln, die mit (in der Figur nicht dargestellten) Temperatursensoren zum Erfassen von Temperaturen des Motorblocks und des Zylinderkopfs oder des jeweils daraus austretenden Kühlwassers verbunden ist und die das Verteilungsverhältnis des Verteilers 14 so einstellt, daß keine dieser Temperaturen ein vorgegebenes Maximum überschreitet, wobei das Maximum für den Zylinderkopf 3 niedriger vorgegeben ist als für den Motorblock 2. Selbstverständlich kann die Temperatur auch auf anderem Wege erfaßt werden, zum Beispiel durch Messen einer mittleren Kühlwassertemperatur, so wie sie in herkömmlicher Weise bei Kraftfahrzeugen erfaßt und am Armaturenbrett angezeigt wird, und Messen der Temperatur des Zylinderkopfs 3. Entscheidend ist lediglich, daß mehrere Temperaturmeßwerte entsprechend der Zahl der Kühlkanäle vorliegen, die einen Rückschluß auf die Durchflußrate des Kühlwassers erlauben, die für jeden Kühlkanal erforderlich ist, um eine ausreichende Kühlung zu gewährleisten. Auch die Messung der Öltemperatur des Verbrennungsmotors kommt in Betracht.

Die Steuereinheit 15 kann auch in ein herkömmliches Motorsteuergerät integriert sein, das diverse Regelungsaufgaben wie etwa die Einstellung des Luftkraftstoffgemisches, für den Verbrennungsmotor übernimmt und zu diesem Zweck mit Temperatursensoren verbunden ist. Um die Steuereinheit in einem solchen Steuergerät zu implementieren, kann es ausreichen, dieses mit einem zusätzlichen Port für die Steuerung des Verteilers auszustatten und ein von dem Steuergerät ausgeführtes Programm um diejenigen Schritte zu erweitern, die zum Berechnen eines Verteilungsverhältnisses des Verteilers 14 anhand der Temperaturmeßwerte erforderlich sind.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf den Fall von zwei Kühlkanälen beschränkt. Je nachdem, wie differenziert die Regelung der Motorkühlung sein soll, kann die Zahl der Kanäle nach Bedarf erhöht werden.

Patentansprüche

1. Kühlkreislauf für einen Verbrennungsmotor (1) mit einem ersten Kühlmittelkanal (4), **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens ein zweiter Kühlmittelkanal (5) parallel mit dem ersten Kanal (4) verbunden angeordnet ist, und daß ein Verteiler (14) zum Aufteilen eines Kühlmittelstroms auf die parallelen Kanäle (4, 5) im Kühlkreislauf angeordnet ist.
2. Kühlkreislauf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Kanal (4) im Zylinderkopf (3) des Verbrennungsmotors (1) der zweite Kanal (5) im Motorblock (2) angeordnet ist.
3. Kühlkreislauf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß inneren und äußeren Zylindern des

Verbrennungsmotors verschiedene parallele Kühlkanäle zugeordnet sind.

4. Kühlkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wärmetauscher (6) zum Beheizen einer Fahrgastzelle in einem (5) der parallelen Kanäle in Reihe angeordnet ist.

5. Kühlkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteiler (14) einstellbar ist.

6. Kühlkreislauf nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Steuereinheit (15), die den Verteiler (14) so einstellt, daß eine höhere Temperatur im Motorblock (2) als im Zylinderkopf (3) erhalten wird.

7. Kühlkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er eine elektrisch betriebene Kühlmittelpumpe (13) umfaßt.

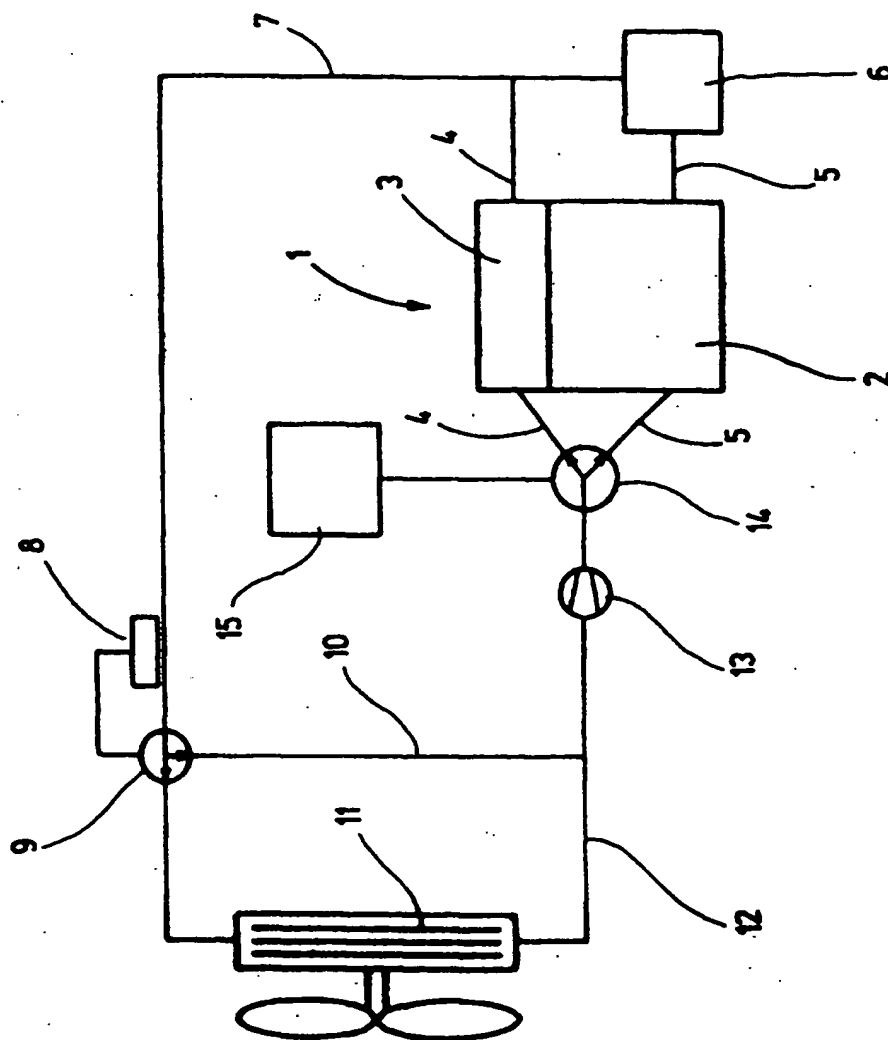
8. Kühlkreislauf nach Anspruch 5 und Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchsatz der Kühlmittelpumpe (13) von der Steuereinheit (15) gesteuert ist.

9. Kühlkreislauf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteiler (14) als Mischer ausgebildet ist.

10. Kühlkreislauf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteiler (14) wenigstens ein in einem der parallelen Kanäle (4, 5) angeordnetes Drosselventil umfaßt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen





பு.